# ANNALEN

DER

# PHYSIK.

485-495

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIEDE DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM,
DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA,
MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER
WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

## FÜNF UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1807.

# ANNALEN DER PHYSIK.

## JAHRGANG 1807, ERSTES STÜCK.

## I.

### Ueber
### *die Periodicität des Galvanismus,*

vom

Professor ERMAN,

Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Sauſſure, und faſt alle Phyſiker, welche ſich nach ihm mit Beobachtung der Electriſationsphänomene im Freien beſchäftigt haben, ſind der Meinung, es gebe einen gewiſſen periodiſchen Wechſel in der Intenſität dieſer Erſcheinungen, der ſich nach der Verſchiedenheit der Jahreszeiten richte, und der ſelbſt im Verlaufe eines natürlichen Tages gleichſam eine electriſche Ebbe und Fluth darſtelle. Es müſſen zwar unendlich viel Ausnahmen hierbei Statt finden, ſo daſs häufig jede Spur von Regelmäſsigkeit verſchwindet, und jene Periodicität iſt offenbar durch anderweitige meteorologiſche Einwirkungen bedingt, je nachdem dieſe die Iſolation begünſtigen oder beſchränken, und vorzüglich je

nachdem sie den Wasserdampf von der Erdfläche hinauf, oder den Niederschlag von der Höhe herab führen. Aber doch haben wir trotz allem dem einigen Grund, einen gewissen periodischen Wechsel der im Freien beobachteten Electricität zu behaupten.

Einige Physiker sind in Deutschland so wohl als in Frankreich, in neuern Zeiten viel weiter gegangen, und haben von einem ganz andern Wechsel der electrischen Intensität gesprochen, dessen Einfluss sich auf die künstlichen Erregungen der Electricität, selbst auf die, welche nicht im Freien vorgenommen werden, erstrecken, und namentlich die Wirkungen der Voltaischen Säule bald steigern, bald herab stimmen soll. Ein solcher Wechsel ist nicht absolut unmöglich, und allerdings haben die Modificationen der Electricität, welche sich an der Voltaischen Säule zeigen, der Annäherungspunkte mit dem Magnetismus so viele, dass, gesetzt, eine wahre tägliche Periodicität der Electricität finde Statt, sie sich allenfalls wohl an der Säule darthun könnte. Die Wahrnehmungen, die ich seit mehrern Jahren sammelte, über den electrischen Einfluss, den die in der Atmosphäre schwebenden Dunstmassen auf die Oberfläche des Bodens ausüben, machten mich sogar geneigt, eine Art von Wechsel in der Intensität der electrischen Phänomene, selbst in verschlossenen Räumen, nach Analogie der magnetischen Phänomene, als denkbar anzuerkennen.

Doch blosse Möglichkeit, und selbst die gröfste analogische Wahrscheinlichkeit, ist zur Begründung

einer Thatsache von keinem Belang. Die Wichtigkeit des Gegenstandes, und der eben erwähnte nähere Zusammenhang desselben mit einigen eigenthümlichen Ansichten, bewog mich schon früh, auf einen etwanigen periodischen Wechsel der electrischen Erscheinungen der Säule besondere Aufmerksamkeit zu verwenden. Ich verdoppelte meine Aufmerksamkeit, als angekündigt wurde, dass einige Physiker jenen periodischen Wechsel wirklich wollten wahrgenommen haben; und das Mikro-Electrometer des Herrn Maréchaux, jetzt Professor in München, wurde mir um so wichtiger, weil man eben diesem Instrumente die sicherste Bewährung der behaupteten Periodicität zuschrieb. Doch muss ich gestehen, dass trotz aller angewendeten Mühe es mir bis jetzt nicht gelungen ist, eine Spur von electrischer Periodicität mit Gewissheit an der Säule wahrzunehmen.

Um so mehr befremdete es mich, im 3ten Stücke der *Annalen* 1806, (B. XXII,) S. 318, einen Brief zu lesen, worin ausdrücklich gesagt wird, *ich hätte mich endlich von dem Wechsel der Intensität an eben derselben Säule und unter eben denselben Umständen überzeugt.* Der Verfasser dieses Briefs, Herr Professor Maréchaux, ist mein so genauer Freund, sein Eifer für Wahrheit und sein ächt philosophischer Sinn sind mir so erprobt und schätzbar, dass ich zur Tilgung dieses Missverständnisses das Meinige hier beitragen will, ohne im mindesten zu fürchten, dass Publicität und Frei-

müthigkeit über Gegenstände der Wissenschaft unser Verhältnifs stören könnten.

Das Mikro-Electrometer, dessen Idee und Ausführung wir dem Professor Maréchaux verdanken, ist an und für sich sehr geeignet, die geringsten Grade der etwanigen Veränderungen der Intensität der Säule anzugeben. Ein isolirter Streifen Blattsilber von ungefähr 2 pariser Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Linien Breite hängt in einem Glasgefäfse frei und senkrecht herab. Seitwärts ragt in dieses Gefäfs, durch eine kreisrunde Oeffnung im Glase, ein metallener Knopf hinein, den eine horizontale, mit einem sehr feinen Schraubengewinde versehene Welle vorwärts und rückwärts führt. Es gehen ungefähr 54 Schraubengänge auf einen pariser Zoll; so viel ganze Umdrehungen mufs also die Welle machen, um den Knopf vom Metallstreifen um einen ganzen Zoll zu entfernen. Aufserdem ist noch an dieser Mikrometerschraube eine concentrische, längs ihres Umfangs in einzelne Grade eingetheilte Scheibe angebracht, welche die Unterabtheilungen jeder einzelnen Umdrehung angiebt. Es erhellt daraus, dafs durch diese Vorrichtung die Annäherung der Kugel an den Metallstreifen sehr genau gemessen werden kann, da man $\frac{1}{7020}$stel des pariser Zolles von der Scheibe ablieft.

Verbindet man den einen Pol der Voltaischen Säule mit der isolirten Deckplatte des Instruments, von der der Metallstreifen herab hängt, und den andern Pol mit dem untern ebenfalls isolirten Gestelle,

woran sich die Mikrometerschraube befindet, so dafs der bewegliche Knopf in ununterbrochener metallischer Verbindung mit diesem Pole steht; so wird das Silberblatt vom Knopfe mehr oder weniger angezogen, und schlägt endlich bei gehöriger Annäherung an denselben an, wodurch die Säule entladen wird. Die gröfste Entfernung, in welcher dieses Anziehen bis zum endlichen Anschlagen Statt findet, giebt das Maafs der jedesmahligen Intensität der Säule. Dafs eine gewöhnliche Säule, mit dazwischen gelegten benetzten Leitern, ihre Intensität verändern mufs, von ihrem Maximum an beim gröfsten Grade der Befeuchtung, bis zur gröfstmöglichsten Austrocknung der Scheiben herab, das versteht sich. Herr Marechaux bedient sich indefs keiner solchen gewöhnlichen Säule, sondern statt ihrer einer so genannten *trockenen Säule* von Messing- und Zinkplatten, mit dazwischen gelegten Pappscheiben, die er für absolut trocken hält, weil er sie nie absichtlich befeuchtet.

Eine solche Säule von 25 Schichtungen habe ich zu meinen Beobachtungen angewendet, und gefunden, dafs sie in der That äufserst bestimmte Kennzeichen einer electrischen Ladung giebt. Durch Hülfe des Condensators gab sie am Bennet'schen Electrometer Divergenzen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien. Am Mikro-Electrometer erhält man, nach Maafsgabe der Umstände, geradezu und ohne Condensator das Anschlagen des Metallstreifens an die Kugel, wenn

beide um 130, 200, 300 bis 480 Grad nach der Scheibe, folglich um so viel $\frac{1}{12440}$stel des pariser Zolles, entfernt sind. Auch ersieht man schon aus dieser Angabe, dafs die vom Instrumente angezeigten Grade in der That einem Wechsel unterworfen sind, und von 130° bis 480° schwanken; und das thun sie mit einer solchen Unbeständigkeit, dafs man höchst selten zwei Mahl hinter einander dieselben Grade erhält. Dieses erklärt nun Herr Marécheaux, und nach ihm Herr Veau-de-Launay, Mitglied der galvani'schen Societät in Paris, durch eine beständige Ebbe und Fluth der electrischen Kraft, deren Gang uns durch das Mikro-Electrometer eben so unmittelbar gegeben werde, wie die der magnetischen Intensität durch die Zahl der Schwingungen am Magnetometer. Ich für meinen Theil glaube aber noch immer, dafs wir nicht im mindesten berechtigt sind, ein so wichtiges Resultat aus den Aussagen des Mikro-Electrometers zu folgern. Anhaltend und ohne Vorurtheil, oder vielleicht sogar mit dem leisen Wunsche, dieses Resultat bestätigt zu finden, beobachtete ich die trockene Säule am Mikro-Electrometer, fand aber bei reiflicher Ueberlegung aller Umstände, dafs die Verschiedenheit der angezeigten Grade von aufserwesentlichen Bedingungen herrührt, und dafs uns die Gesetze einer gesunden Kritik nicht erlauben, den so wichtigen Satz einer eigenthümlichen Periodicität der electrischen Kraft aus den Aussagen dieses Instruments zu folgern.

Es liegt mir ob, diese Ansicht zu bewähren, und ich werde deshalb zeigen, wie eine Verschiedenheit in den Graden, welche das Mikro-Electrometer in verschiedenen Momenten angiebt, nothwendig entstehen müsse, theils aus der eigenthümlichen Wirkungsart der trockenen Säule, theils aus gewissen Zufälligkeiten und Anomalieen, die mit der Construction und der Behandlung des Mikro-Electrometers verknüpft ist.

1.

Die Säule, in welche man Pappscheiben einschichtet, die nicht absichtlich befeuchtet werden, heisst zwar eine *trockene*, ist es aber durchaus nicht, und der jedesmahlige Grad von Spannung, den sie am Electrometer angiebt, rührt lediglich von der Feuchtigkeit her, welche der Pappe anhängt. So wie der Feuchtigkeitszustand jeder hygroskopischen Substanz, so ist auch der der Pappe einer beständigen Veränderung unterworfen, welche durch den steten Wechsel so wohl der Temperatur, als der Menge der im umgebenden Raume vorhandenen oder niedergeschlagenen Dämpfe bedingt ist. In dieser Rücksicht ist die trockene Säule als eine besondere Art von Hygrometer anzusehen, das sich durch electrische Wirkungen zu erkennen giebt, und dessen Empfindlichkeit die der übrigen Hygrometer, welche wir kennen, bei weitem übertrifft, bei welchem aber leider an keinen vergleichbaren Gang zu denken ist.

Folgende Thatſachen beweiſen, daſs bei der trockenen Säule die electrometriſchen Wirkungen in genauem Verhältniſſe mit der Feuchtigkeit der Pappſcheiben ſtehen, und daſs ſie geradezu Null werden, wenn die abſolute Trocknifs, oder wenigſtens ein hoher Grad derſelben hervor gebracht wird.

Eine trockene Säule, die ſo eben 133 Grad angab, wurde in ein Gefäſs mit ſtark calcinirter ſalzſaurer Kalkerde geſperrt. Die Fugen der Deckplatte ſo wohl als die Oeffnungen, durch welche die Polardrähte geführt waren, wurden mit Klebewachs ſorgfältig verſchloſſen, und nun die beiden Polardrähte an das Mikro-Electrometer gebracht. In der erſten Stunde blieb ſich die Intenſität der Säule ziemlich gleich: aber in der folgenden zeigte ſich bald eine Abnahme von 45 Grad, und ſo fiel allmählig die electriſche Kraft der Säule immer mehr, bis ſie endlich nach 12 Stunden geradezu auf Null kam, wo ſie nachher eine ganze Woche unveränderlich blieb. Als darauf dieſe hygroſkopiſche Sperrung wieder aufgehoben wurde, kam die Säule allmählig mit einem beinahe gleichförmigen Fortſchreiten auf den erſten Grad ihrer electriſchen Kraft zurück.

Hr. Maréchaux wendet in den *Annal.*, XXII, 318, zweierlei gegen dieſen Verſuch ein: Seine *erſte* Einwendung iſt, es könne wohl der Grund der allmähligen Abnahme und des endlichen Verſchwindens der electriſchen Erſcheinungen in dieſer Säule in irgend einer Veränderung liegen, welche

die geringe Menge eingeschlossener und nicht erneuerter Luft erlitten habe, so dass sie nunmehr die Fähigkeit verloren hätte, den electrischen Prozess ferner einzuleiten. Wenn hier indess die Rede ist von irgend einer Modification der Luft, die mit der uns durch anderweitige Erscheinungen bereits bekannten eine Analogie haben soll, so fällt diese Einwendung ganz weg: denn die Oxydationsprozesse sind bei der trockenen Säule so unendlich geringe, dass die Metallscheiben durchaus nicht die mindeste Spur davon zeigen, wenn sie auch Jahre lang in Berührung bleiben, wie ich es durch einen directen Versuch gefunden habe. Und eben so wenig erlaubt uns die Kritik, uns auf willkührlich angenommene, durch keine Analogie angedeutete Modificationen der Luft, als auf verborgene Eigenschaften, zu berufen. Noch geringfügiger ist die *zweite* Einwendung, dass nämlich die Fortleitung der Electricität gehemmt werde, durch den fremdartigen isolirenden Ueberzug, den die Drähte in diesen Versuchen an der Stelle bekamen, wo sie luftdicht durch die Oeffnung des Gefäses nach aussen geleitet wurden. Wenn dieses, und nicht die Austrocknung, der Grund des Verschwindens der Electricität wäre, so müsste sich das Verschwinden augenblicklich und absolut eingestellt haben, gleich im ersten Augenblicke, wo die Zusammenstellung Statt fand. Wir haben dagegen gesehen, dass die electrische Intensität allmählig und progressiv abnahm. Es ist überdies eine an und für sich ungegründete

Annahme, dafs die blofs oberflächliche Ueberziehung eines geringen Theils eines Leiters, wodurch die metallische Continuität nicht im mindesten unterbrochen wird, irgend einen Einfluss auf die fortleitende Eigenschaft des Körpers haben könne. Ich mafs mit so viel Genauigkeit, als es das Mikro-Electrometer erlaubte, den Grad der Intensität der trockenen Säule, die mit dem Instrumente durch ganz blanke Drähte verbunden war, und überzog darauf an dem einen Drahte eine Stelle von $\frac{1}{4}$ Zoll rund herum mit Siegellack. Es fand sich keine Spur von Abnahme. Eben so wenig, als ich nachher auf dieselbe Art den Draht einen Zoll lang überzog. Die beobachtete Abnahme der Intensität hat also ihren Grund nur in der hygroskopischen Modification der Pappscheiben, und nicht in der oberflächlichen Ueberziehung der Polardrähte. Auch kittet man ja oft bei den feinsten electrischen Werkzeugen die Zuleitungsdrähte mit isolirenden Substanzen ein, ohne dafs die Erfahrung je gezeigt hätte, dafs irgend ein Nachtheil daraus entstanden wäre.

Folgende zwei Beobachtungen stellte ich zum Ueberfluss an, um den Werth der erwähnten Einwendungen durch einen directen Versuch zu prüfen, und um mich ohne Widerrede zu überzeugen, dafs die electrischen Erscheinungen der trockenen Säule nur von der ihr zufällig anhängenden Flüssigkeit herrühren, und mit dieser abnehmen und verschwinden, ohne dafs wir uns darum auf einen absoluten

Wechsel der electrischen Kraft an und für sich berufen dürfen.

Die trockene Säule von 25 Paaren wurde in ein Gewölbe gebracht, das zum Behufe einer Fabrikanstalt mit einem grosen Vorrathe von frisch gebranntem und noch warm eingefahrnen Kalke angefüllt war. Sie gab am Electrometer im ersten Augenblicke, da sie in diesem Raume aufgestellt wurde, 285 Grad. Sechs Stunden darauf schlug das Blättchen schon nicht mehr an bei 100, und auch nicht einmahl bei 50, sondern nur bei 30 Grad. Und nach acht Stunden kam das Goldblatt sogar bei 30 Grad Entfernung nicht mehr zum Anschlagen, so lange man auch diesen Erfolg abwartete. In diesem Versuche war die Leitungsfähigkeit der Polardrähte durch nichts gehemmt, und an eine Einwirkung des electrischen Prozesses auf die Luft ist in einem so geräumigen und bei weitem nicht luftdicht verschlossenen Behälter vollends nicht zu denken; und doch sehen wir auf das auffallendste die Grade der electrischen Intensität abnehmen, so wie die der Austrocknung wachsen.

Ich erhielt ein ähnliches Resultat, als ich an einem sehr heisen Sommertage die trockene Säule dem Sonnenscheine im Freien ununterbrochen aussetzte. Gegen 8 Uhr Morgens, wo der Versuch anfing, schlug sie noch bei 360° an; um 9 nicht mehr bei 329°, um 10 nicht bei 300°, um 11 nicht bei 180°, um 1 nicht bei 100°, und gegen 6 Uhr

Nachmittags, wo das Thermometer in der Sonne noch auf 65 ſtand, ſogar nicht mehr bei 50°. Während dieſer Zeit gab das meteorologiſche Electrometer, dicht neben der Säule geprüft, ſehr ausgezeichnete und ſtets wachſende Grade der electriſchen Ladung.

Es ergiebt ſich aus den vorher gehenden Verſuchen zur Genüge, daſs der hygrometriſche Zuſtand der Pappſcheiben und nicht ein willkührlich angenommener Wechſel der electriſchen Conſtitution der Atmoſphäre, die Hauptbedingung der Ab- und Zunahme der am Mikro-Electrometer gemeſſenen Intenſität der Säule iſt. Auch wird man ſtets finden, daſs, wenn die trockene Säule einen gewiſſen Grad der Spannung mit Beſtimmtheit angiebt, man dieſen Grad beträchtlich erhöhen kann, wenn man die Säule ein oder ein Paar Mahl anhaucht, oder ihr auch nur durch Annäherung der flachen Hand einen höhern Grad von Feuchtigkeit mittheilt. Eben ſo wirkt auch die Nähe einer mit zerſetztem Waſſerdampfe belegten Fenſterſcheibe.

2.

Zur fernern Beleuchtung der Hypotheſe eines Wechſels der electriſchen Conſtitution, in ſo fern man dieſen aus den mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule folgert, wird eine etwas genauere *Erwägung der eigenthümlichen Wirkungsart der trockenen Säule* nicht ohne Nutzen ſeyn.

Es ist nämlich äufserst merkwürdig, dafs die Pappe, das Holz und die andern Substanzen der Art, welche man, ohne sie zu befeuchten, als Leiter zwischen die heterogenen metallischen Erreger schichtet, in diesem trockenen Zustande die electrische Ladung ihrer *Intensität* nach eben so vollkommen leiten, als wenn sie befeuchtet wären. Der einzige, aber auch sehr ausgezeichnete Unterschied liegt in der grofsen *Langsamkeit*, mit der die Fortpflanzung bei den trockenen Leitern Statt findet. Folgende Wahrnehmungen werden den eigentlichen Sinn und die Wahrheit dieser Behauptung ins gehörige Licht stellen.

Der eine Pol einer vollkommen isolirten Säule von 100 Schichtungen Silber und Zink, welche sehr oxydirt war, und durch langes Stehen viel von der ihr ursprünglich mitgetheilten salzigen Feuchtigkeit verloren hatte, wurde mit dem Maréchaux'schen Mikro-Electrometer verbunden, und gab durch unmittelbare Berührung des entgegen gesetzten Pols eine Ladung von 2345°; das heifst, das Silberblättchen schlug so eben noch an, wenn man die Kugel um 6 ganze Umdrehungen und noch um 185° entfernt hatte, gab aber dabei keinen das Silberblatt verzehrenden Funken. Wurde nun die isolirte trockene Säule Maréchaux's mit dieser feuchten Säule verbunden, und die ableitende Berührung am Ende jener trockenen Säule angebracht, so kam das electrometrische Blatt zwar ebenfalls zum Anschlagen aus derselben Entfernung, aber erst nach einem

Zeitraume von mehrern Minuten, und mit langſam zunehmender Intenſität, da dieſelbe Wirkung vorher im untheilbaren Momente der ableitenden Berührung Statt fand. Dieſe Beobachtung iſt in vieler Hinſicht wichtig. Sie erklärt uns, warum eine trockene Säule, die am Electrometer 300 bis 400 Grad Ladung giebt, und darüber, doch am Froſchpräparate nicht die mindeſte phyſiologiſche Erſcheinung zeigte. *) Dieſe Thatſache iſt vielen aufgefallen. Sie hat ſogar einige bewogen, ſich die Urſache der electrometriſchen Ladung als verſchieden von der des phyſiologiſchen Phänomens zu denken. Der wahre Grund iſt aber unſtreitig bloſs in der Langſamkeit zu ſuchen, mit der der Gegenſatz am Nerven und Muskel durch Vermittelung der trockenen Leiter, theils ſich einſtellt, theils bei Schlieſsung der Kette abgeglichen wird. So gab die hundertplattige Säule trotz ihrer eigenen Ladung von 2345 Grad, zu welcher noch die der trockenen Säule urſprünglich zugehörige Ladung von ungefähr 400 Grad hinzu kam, doch nicht die mindeſte Spur einer Contraction am Froſchpräparate, ſo bald man dieſe trockene Säule mit in den galvaniſchen Kreis zog. Und zum evidenteſten Beweiſe, daſs dieſes Ausbleiben jener phyſiologiſchen Wirkung bei einer electrometriſchen Intenſität von ungefähr 2745°, bloſs von der Langſamkeit herrührt, mit der ſich

*) Vergl. *Annalen*, XXII, 318. G.

dieſe Ladung durch die trockenen Leiter fortpflanzt, dient der Umſtand, daſs eine einzige trockene Pappſcheibe, die man in die feuchte Säule einſchaltete, die ganze phyſiologiſche Wirkung vernichtete, während die Säule fortfuhr, am Electrometer eine mit langſam zunehmender Intenſität anwachſende Ladung von 2345° zu geben. Hier wird es beſtimmt keinem einfallen, zwei verſchiedene Urſachen der Phänomene anzunehmen.

Es iſt leicht, das Geſagte auf die mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule anzuwenden, in ſo fern der Unterſchied ihrer in verſchiedenen Momenten wahrgenommenen Intenſität einen urſprünglichen Wechſel in der electriſchen Conſtitution der Körper beweiſen ſoll. Man hatte zum Beiſpiel die Kugel vom Metallblatte um 400 Grad entfernt, und gefunden, daſs ſie in dieſer Entfernung das Blatt noch eben anzog. Man ſtellte ſie nachher durch Zurückſchrauben auf 420, und ſah, daſs in dieſer Entfernung das Anſchlagen nicht unmittelbar Statt fand. Nun überlieſs man das Inſtrument ſich ſelbſt in dieſer Stellung, und fand nach einer Viertel- oder halben Stunde das Blatt wirklich an der Kugel hängend. Dieſe Zunahme der electriſchen Intenſität ſchreibt man geradezu einer electriſchen Ebbe und Fluth zu. Nach dem aber, was wir in Abſatz 1 bemerkt haben, könnte dieſer Zuwachs der Intenſität lediglich von der Vermehrung der Feuchtigkeit herrühren. Ja, den eben mit-

getheilten Bemerkungen zu Folge wäre es selbst denkbar, dafs die absolute Intensität der Säule gar keine Veränderung erlitten hätte, sondern dafs nur die electrische Fortpflanzung, welche an und für sich mit sehr beträchtlicher Langsamkeit vor sich geht, im Momente der ersten Beobachtung durch irgend einen hygroskopischen Einfluss sich noch mehr verlangsamt, und daher das Maximum der Ladung nicht eher als nach einer Viertel- oder nach einer halben Stunde sich angesammelt hätte, und dafs deshalb das Anschlagen erst in der Abwesenheit des Beobachters erfolgt sey. Es fehlt hier eine auf richtige Beobachtungen gegründete Tafel aller der auf einander folgenden Grade, zwischen dem Punkte der gröfsten Trockenheit, welchem eine unendliche Langsamkeit der electrischen Fortleitung entspricht, und dem gröfsten Grade der Feuchtigkeit, zu welchem das Maximum in der Schnelligkeit der Fortleitung gehört. Für die Theorie wäre eine solche Stufenleiter äufserst wichtig. Der eine feste Punkt derselben würde der seyn, wo der Leiter so eben anfängt, den electrischen Gegensatz mit solcher Schnelligkeit einzuleiten und wieder abzugleichen, dafs die Contractionen im Froschpräparate möglich werden. Ich bin geneigt, zu glauben, dafs dieser Punkt nicht *unter* den der äufsersten Feuchtigkeit am Hygrometer fallen würde; und es ist sogar die Frage, ob er nicht bei diesem anzutreffen seyn, oder nicht vielmehr eine ununterbrochene Continuität

tinuität des liquiden Waſſers, als ſolches, erfordern möchte. *)

Doch dem ſey wie ihm will, wir ſahen doch deutlich genug, daſs bei den mikro-electrometriſchen Beobachtungen der Säule eine Täuſchung leicht obwalten kann, wenn wir die Verſchiedenheit der in zwei Momenten vom Inſtrumente angegebenen Grade, ganz peremtoriſch auf einen abſoluten Wechſel der Intenſität der Säule beziehen, da dieſer Unterſchied doch eben ſo gut nur ſcheinbar ſeyn, und von einer bloſsen Verzögerung der Zuleitung herrühren kann. Wir müſſen geſtehen, daſs es unmöglich iſt, bei einem gegebenen Wechſel des Feuchtigkeitszuſtandes der Leiter mit Genauigkeit zu beſtimmen, ob die electriſche Intenſität der Säule wirklich geſteigert worden, oder ob bloſs die Zuleitung ſchneller und vollkommener geſchah.

*) Es lieſse ſich hiervon eine Anwendung machen auf den Streit, den de Lüc mit Sauſſüre führte, ob nämlich die Subſtanz des Hygrometers unmittelbar in das Waſſer zu tauchen, oder ob das Maximum der Feuchtigkeit bloſs dadurch zu bewirken ſey, daſs man den hygroſkopiſchen Körper einer mit niedergeſchlagenem Dampfe geſättigten Luft ausſetze. Ich erwarte von dem Verſuche, den ich anſtellen will, daſs das Fiſchbein durch die letzte Behandlung durchaus keine Contractionen geben wird; allerdings aber nach der erſten Behandlung. Dieſe und mehrere ähnliche Prüfungen werden uns vielleicht einige Ausbeute für die Hygrometrie gewähren. *Erman.*

Bedenken wir ferner, dafs wir es hier mit unendlich feinen Nüancen zu thun haben, da die gröfsten Unterfchiede, die je zwei unmittelbar auf einander folgende und zufammen gehörende Beobachtungen geben, fich höchftens auf 20 bis $30\frac{1}{1000}$ Theile des pariſer Zolles belaufen, fo müffen wir zugeben, dafs blofs diefe aus dem Wefen der trockenen Säule herrührenden Zweifel hinlänglich find, der Hypothefe einer im verfchloffenen Raume eines Zimmers durch das Mikro-Electrometer wahrgenommenen Ebbe und Fluth der electrifchen Conftitution der Körper, fehr viel von ihrer Glaubwürdigkeit zu benehmen.

3.

Doch es entftehen von der andern Seite aus dem Mechanismus und dem Baue des Mikro-Electrometers an und für fich betrachtet, mancherlei anderweitige Gründe des Zweifels. Ich werde nur einige Umftände erwähnen, aus denen ergeht, dafs fogar, wenn man für einen gegebenen Augenblick die gröfste Entfernung beftimmt hat, aus der die Anziehung des Goldblatts eben Statt findet, man oft nach einer gewiffen Zeit diefe Entfernung geringer oder gröfser finden kann, ohne dafs es erlaubt fey, daraus zu fchliefsen, die Intenfität der Säule, oder das Vermögen ihrer Leiter habe fich während der Zeit wirklich geändert.

Der Grad der Ifolation, den die äufsere Fläche des gläfernen Gefäfses, worin der Streifen hängt, gewährt, ift nothwendig fehr veränderlich. Nur

wenn dieſe Iſolation ganz abſolut iſt, kann der Grad der Entfernung, aus welcher das Anſchlagen noch Statt findet, als das Maafs der abſoluten Intenſität der Säule angeſehen werden. So bald nur die geringſte Ableitung von einem Pol zum andern längs der Glasfläche Statt findet, zeigt das Inſtrument nur den Ueberſchufs des nicht abgeleiteten Effekts. Iſt alſo bei der erſten Meſſung die Iſolation vollkommener oder unvollkommener geweſen, als bei der zweiten dazu gehörigen, ſo würden wir auf eine Abnahme oder Zunahme der Intenſität ſchliefsen, die doch nur ſcheinbar iſt. Nun iſt aber durch tauſenderlei Urſachen der hygroſkopiſche Zuſtand einer Glasfläche in einem ſteten Wechſel, und ſo geringe dieſe Unterſchiede an und für ſich ſeyn mögen, ſo ſind ſie doch hinreichend, um Abweichungen von vielen $\frac{1}{10440}$ eines Zolles in der electriſchen Anziehung zu geben.

Wenn das negative Metallblatt in einer ſolchen Entfernung von dem poſitiven Knopfe hängt, daſs es bei dem gegebenen Zuſtande der Säule und des Inſtruments nicht bis zur Berührung angezogen werden kann, ſo wird eine jede zufällige, von aufſerweſentlichen Urſachen hervor gebrachte Oſcillation des Blattes dieſes Anſchlagen bewirken, indem durch dieſe Bewegung das electroſkopiſche Blatt der Anziehungsſphäre des geladenen Knopfs näher gebracht wird, und nunmehr aus dieſer geringern Entfernung bis zum Anſchlagen gelangen kann, ohne daſs ſich in der abſoluten Intenſität der

Säule das mindeſte geändert hätte. Dieſer Täuſchung ſind wir beim Gebrauche des Mikro-Electrometers ganz auſserordentlich ausgeſetzt, und ehe ich ſie entdeckte, traute ich oft meinen eigenen Augen nicht. Hatte ich z. B. das mit der Säule verbundene Mikro Electrometer ſo geſtellt, daſs der Knopf um 20 bis 40 Grad weiter zurück geſchraubt war, als die gröſste Entfernung betrug, in welcher das Anſchlagen eben noch Statt fand, und überlieſs ich es nunmehr ſich ſelbſt, ſo fand ich meiſten Theils, wenn ich mich wieder näherte, das Blatt an der Kugel hängend. Da aber dieſe Wirkung oft nach ein Paar Minuten eben ſo Statt fand, als nach einer Stunde, und da ich ſie öfters nicht wahrnahm, wenn ich beim Inſtrumente blieb und mich ruhig verhielt, ſo war es leicht, auf den wahren Grund zu kommen.

Der Körper des Electrometers hat, wie oben geſagt, eine kreisrunde Oeffnung, um den an der Welle befindlichen Knopf durchzulaſſen. Durch die freie ringförmige Oeffnung rund um die Welle, welche über $\frac{1}{3}$ Linie beträgt, kann die äuſsere Luft in das Innere des Inſtruments hinein und heraus ſtrömen, und ſo dem höchſt beweglichen Metallſtreifen zufällige Bewegungen mittheilen. Die durch das Aufſtehen und Entfernen, oder durch das Annähern des Beobachters in Bewegung geſetzte Luft, pflanzt ſich wellenförmig durch die ringförmige Oeffnung in dem Körper des Electrometers fort, und verurſacht Schwingungen des Streifens,

die manchmahl sogar für das Auge merklich werden, in jedem Falle aber ihn um mehrere $\frac{1}{10000}$ Theile des Zolles der anziehenden Kugel näher bringen, worauf das Anschlagen erfolgen muss. Eine rasche Bewegung mit der flachen Hand in einer gewissen Richtung, das Blättern in einem Hefte, das Oeffnen der Thür im Zimmer, selbst das Zuschlagen einer Thür im zweiten und dritten Zimmer, wurde absichtlich geprüft, und ich fand, dass sehr oft das Anschlagen des electroskopischen Streifens dadurch bewirkt wurde, aus einer Ferne, die das dermahlige Maass der Intensität um mehrere hundert Grade überstieg. Die Richtung und die Kraft dieser Luftstöfse sind so veränderlich, je nachdem eine Menge von Zufälligkeiten so oder anders zusammen treffen, dass dieser Effekt sich durchaus nicht berechnen läfst, und folglich an keine Correction der Beobachtungen für dieses Element zu denken ist. Ich für meinen Theil wusste keinen bessern Rath, als die Vernichtung aller Tafeln, die ich über eine lange Reihe von Beobachtungen entworfen hatte, und wo alles chaotisch durch einander lief, um so mehr, da ich der Vorschrift gemäfs dem Instrumente seine Station auf dem Fensterbrette angewiesen hatte, wo allerdings der festeste Standpunkt war, wo aber der zufällige Wechsel des Luftzuges die grofstmöglichen Anomalieen hervor bringen mufste. Ich habe seitdem diesem wesentlichen Mangel dadurch abgeholfen, dass ich die Welle, welche der Ausladeknopf trägt, mit einem Ueberwurf von Kork ver-

fah, und diefen fo luftdicht wie möglich in die kreisrunde Oeffnung des Gefäfses hinein trieb. Dadurch wurde allerdings jeder Luftzug vom Innern des Inftruments abgehalten, und der Gang der Beobachtungen wurde um fehr vieles zuverläffiger; doch entftand nebenbei ein Mangel, der viel Behutfamkeit von Seiten des Beobachters erfordert. Die ifolirte Welle, die in der Achfe des Korkftöpfels eingepafst ift, kann nunmehr bei den Umdrehungen, die man ihr mittheilt, durch Reibung am Kork fehr leicht Electricität erregen, und zwar in verfchiedenen Graden, nach Maafsgabe der Umftände; hierdurch entftehen allerdings neue Zufälligkeiten bei diefen Beobachtungen, die deren nur zu vielen unterworfen find.

Eine andere Hauptquelle der unangenehmften Täufchungen beim Gebrauche des Mikro-Electrometers ift die unmerkliche Verrückung des Nullpunkts. Alles kommt nämlich darauf an, dafs man beim Anfange einer Reihe von Beobachtungen mit der fchärfften Genauigkeit den Punkt beftimmt, wo der frei herab hängende, nicht geladene Metallftreifen den Scheitelpunkt der Krümmung des Knopfs fo eben berührt. Auf diefen Punkt der Berührung bei o Anziehung beziehen fich nachher alle folgende Beobachtungen, indem man die verfchiedenen Grade der Entfernung, wo das geladene Blatt nachher zum Anfchlagen kommt, von diefem als unverändert gedachten Punkte an, immerfort zählt, um die Ab- und Zunahme der jedesmahligen Intenfität

zu schätzen. Nun aber wird man unzählige Mahl wahrnehmen, dafs am freien und nicht geladenen Mikro-Electrometer meisten Theils nach 24 Stunden, oft aber schon nach einer Stunde dieser Nullpunkt sich beträchtlich geändert hat, so dafs beim Wiederaufsuchen desselben der ungeladene Streifen um 20 bis 40 Grad früher oder später, als man bei der ursprünglichen Normalbestimmung gefunden hatte, in die Berührung kommt. Dafs durch eine solche eingeschlichene Verrückung alle Beobachtungen, die sich auf die voraus gesetzte Identität des Nullpunkts gründen, einen hohen Grad von Unzuverläfsigkeit erhalten, ist leicht einzusehen. Wenn man nun aber bedenkt, wie erstaunend geringe die Abweichung von der verticalen Richtung zu seyn braucht, um ein höchst bewegliches Pendel um mehrere $\frac{1}{10}\frac{1}{135}$ Theile eines Zolles aus seiner ursprünglichen Lage zu bringen, so wird man leicht die zufälligen Ursachen dieser Verrückung auffinden.

Die Unterlage, auf welcher das Instrument steht, müfste völlig unbeweglich seyn, sollten nicht Abweichungen von der verticalen Richtung des Electrometers entstehen, die das Vor- oder Zurückfallen des Streifens aus der normalen senkrechten Lage zur Folge haben müssen. Kein Tisch ist fest genug, um nicht in einem bewohnten Zimmer nach einigen Tagen eine sehr bedeutende Abweichung von der ursprünglichen verticalen Lage des mikroelectrometrischen Pendels zu verrathen. Selbst die eingemauerten Fensterbretter geben solche Ab-

weichungen, obzwar geringer; das Hin- und Herziehen des Holzes und der ganzen Mauer durch pyrometrische und hygrometrische Einwirkungen verursacht hier ebenfalls eine Neigung des Instruments, welche den Streifen bedeutend aus seiner Lage verrückt, und so auf Ab- oder Zunahme der electrischen Intensität schliessen macht, die doch nur scheinbar sind. Wird vollends die Unterlage des Instruments von der Sonne getroffen, so ist die pyrometrische und hygroskopische Wirkung, und die daher rührende Abweichung um vieles bedeutender. Man kann mit einer sehr empfindlichen Wasserwage, oder mit einem künstlichen Horizont dieses Schwanken der horizontalen Flächen dieser Unterlagen deutlich genug wahrnehmen; beim Mikro-Electrometer wird es aber noch viel auffallender.

Noch ein anderer Grund der Verrückung des Nullpunkts liegt in der pyrometrischen Ausdehnung des Metalles und Glases des Instruments selbst. Die Ausdehnung der Welle bringt den Knopf dem Streifen näher und giebt folglich scheinbare Verminderung der electrischen Intensität; dehnt sich hingegen das metallene Gestell verhältnissmässig mehr aus, als die Welle, so wird der Streifen von der Ausladekugel entfernt, und wir erhalten scheinbare Zunahmen der Intensität. Diesen letzten Fall glaube ich am häufigsten gefunden zu haben. Wenn ich nämlich den Nullpunkt ganz scharf bestimmt hatte, dann die Kugel zurück schraubte, und das blosse Electrometer ohne Verbindung mit der Säule der Sonne aus-

ſetzte, ſo fand ich in der Regel, daſs ſich der Streifen vom urſprünglichen Nullpunkt entfernt hatte. Da ich zu dieſer Prüfung das Werkzeug auf die Steinplatte des gemauerten Poſtaments einer Sonnenuhr in freiem Felde aufgeſtellt hatte, ſo glaube ich den Parallelismus dieſer Fläche allenfalls annehmen zu dürfen, ohne doch bei ſehr ſtarker Erhitzung des Gemäuers mich dafür verbürgen zu wollen. Kurz, ſelbſt da fand ich ein ſehr beträchtliches Schwanken des Nullpunkts, welches die Beobachtungen im Sonnenſcheine ſehr unſicher machte, und Correctionen erforderte, deren Element gar nicht zu beſtimmen war. Das einzige Mittel wäre, bei jeder zweiten Beobachtung das Inſtrument ganz zu entladen, und die Identität des dermahligen Nullpunkts mit der des vorigen unmittelbar zu ſuchen. Dieſes Verfahren bringt aber andere nicht unbedeutende Nachtheile mit ſich.

Wie feſt und unwandelbar in ſeiner Conſtruction ein Meſsinſtrument dieſer Art ſeyn müſſe, um trotz alles Hin- und Herſchraubens immer auf denſelben Punkt zurück zu kommen, wenn es verlangt wird, ohne daſs mehrere $\frac{1}{720}$ſtel eines Zolles vermiſst würden, wird jeder Kenner leicht einſehen. Nun hat meines Dafürhaltens mein Freund bei der Conſtruction ſeines Inſtruments viel zu ſehr auf Tragbarkeit, und auf vielfaches Auseinandernehmen aller Theile geſehen. Mehr Maſſe, feſtere Verbindungen, und mehr Einfachheit in der Organiſation des Werkzeuges, hätte es beim Gebrauche

aufserordentlich viel ficherer und beftimmter gemacht. Vorzüglich follte die Mutter, worin die Mikrometerfchraube fich bewegt, und die eigentlich die Seele des Ganzen ift, an einem ausnehmend feften und unerfchütterlichen Theile angebracht feyn; und gerade diefes fo wefentliche Stück hat die gröfste Schwäche erhalten.

Es giebt noch einen fehr verfänglichen Grund der Täufchungen bei den Schätzungen der Intenfitäten der Säule durch das Mikro-Electrometer. Wenn bei einer gegebenen Beobachtung das Blatt zum Anfchlagen gekommen ift, fo hängt es nunmehr feft am Entladungsknopfe, und um die folgende vergleichende Beobachtung anftellen zu können, mufs man zu allererft den Streifen wieder frei machen. Dazu gehört, dafs man die Zuleitungsdrähte der Säule vom Electrometer entfernt, um es zu entladen, um nachher durch eine leife Erfchütterung die Cohärenz des Metallblattes zu überwinden. Diefe Erfchütterung, fo leife fie auch ift, kann unftreitig den Nullpunkt um etwas verrücken, weil wir es mit einem fo ungemein empfindlichen Inftrumente zu thun haben. Viel wichtiger ift indefs noch folgender Umftand. Wenn wir zur zweiten korrefpondirenden Beobachtung fchreiten, legen wir die Zuleitungsdrähte wieder an das Inftrument. Wer kann uns aber verbürgen, dafs fie in einer zweiten Anlegung eben fo innige und continuirlich-leitende Berührungspunkte treffen werden, als in der vorigen Anlegung, oder auch, dafs fie

nicht beſſere gefunden haben? Wem iſt nicht bekannt, wie ungeheuer groſs oft der Unterſchied der Leitungskraft iſt, in den verſchiedenen Punkten einer und derſelben Platte, eines Drahts, oder einer Kette, wo das Auge keinen Unterſchied wahrzunehmen vermag, und wo doch durch eine unmerkliche Oxydation, oder einen nicht aufzufindenden fremdartigen Ueberzug der Oberflächen, oft jede Zuleitung gehemmt, oder doch ungemein geſchwächt wird? Ich ſehe durchaus nicht ein, wie bei dieſer Methode der Entladung nicht die bedeutendſten Unterſchiede in den angegebenen Graden nothwendig Statt finden ſollten, wenn auch kein einziger der oben angeführten Gründe exiſtirte. Ich habe geſucht, dieſem wichtigen Mangel dadurch abzuhelfen, daſs ich das Electrometer und die Säule entlade, ohne die Polardrähte aus ihrer Lage und ihren Berührungspunkten zu entfernen. An einem heryor ragenden Stifte des obern Theils des Electrometers hängt ein beweglicher Metallſtab, deſſen anderes Ende den untern Theil des Inſtruments erreichen kann. Findet dieſe Berührung oben und unten wirklich Statt, ſo iſt das Electrometer entladen, und der Kreis geſchloſſen. Zieht man aber den Stab vom untern Theile ab, ſo ladet ſich das Electrometer von neuem. Dieſes Abziehen geſchieht am beſten vermittelſt eines kleinen iſolirten Ständers, den man nur zurück zu ſchieben braucht; dadurch erhält man nebenbei den weſentlichen Vortheil, daſs die Säule ſtets iſolirt und ſich

ſelber überlaſſen bleibt. Um die Cohärenz des Blattes zu überwinden, ohne die Iſolation zu unterbrechen und ohne das Werkzeug zu ſehr zu erſchüttern, trägt der entladende Stab an ſeinem untern Ende eine kleine metallene Kugel, deren Maſſe beim Anſchlagen gegen den untern Theil des Electrometers eine kleine Erzitterung des Ganzen hervor bringt, die das Blatt löſt, ohne doch die Lage des Inſtruments gar zu merklich zu afficiren. Seitdem ich dieſe Vorrichtung anwende, ſind gröſsten Theils die in dieſem Abſatze erwähnten Zufälligkeiten gehoben worden.

4.

Dies wären die Hauptgründe, die mich bis jetzt von der Annahme eines *Wechſels der Intenſität an einer und derſelben Säule und unter denſelben Umſtänden* zurück hielten. Mein Wunſch iſt, daſs das Mikro-Electrometer und die Methode, die trockene Säule zu beobachten, zu einer ſolchen Vollkommenheit gebracht werden möchten, daſs die Angaben derſelben von allen ihren zufälligen Anomalieen befreit würden; bis dahin aber gebietet eine geſunde Kritik die gröſstmöglichſte Behutſamkeit in den Schlüſſen, die wir von dieſen ſehr trüglichen Beobachtungen entlehnen. Zugleich diene das bisher geſagte, um mich gegen eine ſehr harte Beſchuldigung meines Freundes zu rechtfertigen. Er ſchreibt in der angeführten Stelle: *Auch gefiel Herrn Erman die Feinheit der Eintheilung nicht, die, ſag-*

*te er, dem Fortgange der Wiſſenſchaft nachtheilig ſeyn würde, indem ſie überall Ungewiſsheit brächte, wo man mit etwas gröbern Eintheilungen Gewiſsheit haben würde.* Von den nicht beachteten höchſt verwickelten und durchaus nicht in Rechnung zu bringenden ſubjektiven Anomalieen jedes Werkzeuges, deſſen Angaben man geradezu, ohne Prüfung und Correction, als ausgeſprochene Naturgeſetze annehmen wollte, fürchte ich allerdings Nachtheile für die Wiſſenſchaft. Was mich aber mein Freund *ſagen läſst*, iſt ſo höchſt ſonderbar, daſs ich es wohl füglich mit Stillſchweigen übergehen kann.

Lieber will ich damit ſchlieſsen, daſs ich die Rechte des Hrn. Maréchaux gegen die Anſprüche des Hrn. Veau-de-Launay behaupte. Dieſer wird in Liebes phyſikaliſchem Wörterbuche, Artikel *Electrometer*, als *Erfinder* eines Mikro-Eleotrometers genannt, *) das doch offenbar nur eine Modification des Maréchaux'ſchen iſt, wie aus Figur 1, Taf. I, zu erſehen iſt.

*AB* ein aus Glastafeln zuſammen geſetzter Behälter, deſſen obere Wand mit Siegellack überzogen iſt.

*C* gefirniſstes Fuſsgeſtell von Holz.

*D* Schraube mit ſehr feinem Gange, jeder zu $\frac{1}{2}$ Millimeter.

*) Man vergl. auch *Journal de Phyſ.*, 1805, *Juill.*, p. 48.

*E* Glasscheibe, deren Rand in 360° getheilt ist.

*F* messingener Stab, der sich herein und heraus ziehen läßt.

*G* messingene Scheibe auf einen Stiel geschraubt, der an seinem untern Ende eine Zange trägt, worin die Metallblättchen eingeklemmt sind.

*H* äußerst dünne Kupferblättchen?? *(Oripeau)*.

*I* messingene Spitze, die anstatt der Scheibe *G* auf den Stiel geschraubt werden kann.

*K* zwei Zangen, wovon die erste einen einzelnen Goldstreifen, die andere zwei bewegliche Halme trägt, und die in *H* an der Stelle der Metallblättchen eingeschraubt werden können.

*L* ein Streifen Messing, der die Anzahl der Schraubengänge angiebt, und die Grade auf der Scheibe bestimmt.

Wenn man äußerst geringe Intensitäten zu messen hat, wird der Stab *F* zurück gezogen, und mit dem einzelnen Streifen werden die Grade gemessen, vom Nullpunkte an, bis da, wo das Anschlagen wirklich Statt findet.

Herr Prof. Tourte hat es übernommen, dieses Instrument mit dem ihm eigenen Kunstfleisse zu verfertigen; bis dahin kann ich nur vorläufig und gewisser Maßen muthmaßlich über die Nachtheile und Vorzüge desselben urtheilen. Es scheint mir aus der Zeichnung zu erhellen, daß die Mikrometerschraube ebenfalls keinen unwandelbaren Gang haben kann, es müßte denn die in die Glaswand eingekittete Mutter eine bedeutende Länge erhalten ha-

ben, aber selbst dieses würde wenig helfen; die Welle müsste durchaus einen zweiten Unterstützungspunkt haben, in welchem sie sich drehte; nur dadurch kann man ganz verhindern, dass sie nicht konische Revolutionen beschreibe. Es ist ferner nicht abzusehen, wie der Nullpunkt mit Genauigkeit zu finden ist, da das Fussbrett keine Stellschrauben hat. Man kann endlich an diesem Instrumente keinen isolirenden Entlader anbringen. Der wesentlichste Vorzug desselben ist, dass es verschlossen ist, und also das Goldblatt nicht dem Spiele des Luftzuges Preis giebt. Ferner kann man damit die Intensitäten durch die Repulsion messen, welches oft vortheilhaft und bei kräftigen Säulen unumgänglich nöthig ist; denn bei diesen ist das Maréchaux'sche durchaus nicht anwendbar, weil gleich beim ersten Anschlagen der entstehende Funke den ganzen untern Theil des Streifens verzehrt, wie es mir nur zu oft widerfahren ist. Es wird auch nebenbei wohl nicht ohne Nutzen seyn, dass man an demselben Werkzeuge unter denselben Umständen, die Grade der Attraction und die der Repulsion unmittelbar vergleichen kann.

Herr Veau-de-Launay zieht aus den Beobachtungen, die er mit seinem Instrumente angestellt hat, den Schluss, dass die Intensität einer Säule von Seiten der Atmosphäre einem Wechsel ausgesetzt ist, der gerade das Widerspiel desjenigen ist, den eine gewöhnliche Electrisirmaschine erleidet; das heisst, die Feuchtigkeit der Luft vermehrt ihre Energie,

wie ſie durch mangelnde Iſolation die Wirkungen der Maſchine vermindert. *La pile paraît avoir une action inverſe de la machine électrique dans ſon intenſité par rapport à l'Atmoſphère, c. a. d. que ſon action eſt d'autant plus forte que l'Atmoſphère eſt plus chargée d'humidité.* Hierin ſtimmen meine Beobachtungen im Allgemeinen mit den ſeinigen, indem ich den hygroſkopiſchen Zuſtand der trocken ſeyn ſollenden Leiter als den weſentlichen Grund aller Veränderungen der Intenſität anſehe, die nicht bloſs zufällig von den Anomalieen des Electrometers herrühren. Wenn aber Hr. Veau-de-Launay hinzu fügt, daſs die mikro-electrometriſchen Beobachtungen der trockenen Säule den Regen und die andern Veränderungen in der Atmoſphäre mit mehr Genauigkeit vorher ſagen, als das Barometer, (*Mr. Veau-de-Launay penſe auſſi que les obſervations faites avec cet inſtrument ſont plus exactes que celles du Baromètre pour annoncer la pluie et les autres changemens d'état de l'atmoſphère,*) ſo muthmaſse ich, daſs dieſes bloſs aus Möglichkeiten und Analogieen geſchloſſen iſt, und auf keiner Reihe von wirklichen Beobachtungen beruhet. Ich für meinen Theil habe anhaltend und mit möglichſtem Fleiſse eine Correſpondenz zwiſchen den hygrometriſchen und atmidometriſchen Wahrnehmungen einerſeits, und den Beobachtungen der trockenen Säule anderſeits gemacht, habe ſie aber nicht gefunden. Wahrſcheinlich wohl, weil bei einem gewiſſen Grade von Feuchtigkeit die Glasfläche des

Electro-

Electrometers durch verminderte Iſolation mehr raubt, als die Säule durch vermehrte Intenſität hergiebt. Oft wenn das Hygrometer mehrere Tage anhaltend auf 100, oder nahe daran ſtand, und wenn eine kreisrunde Waſſerfläche von 6 Zoll Durchmeſſer in 15 Minuten kaum 3 Gran verlor, bei gutem Zuge und hohem Thermometerſtande, war doch die gemeſſene Intenſität der 25paarigen Säule nur einige 160°. Wurde aber alsdann das Electrometer gehörig ausgetrocknet, ſo kam allerdings ein bedeutender Zuwachs von Intenſität zum Vorſchein. Hierdurch und durch die früher angeführten Mängel verſchwand die Hoffnung, die ich anfänglich auch hatte, die trockene Säule als Controlle des Hygrometers zu gebrauchen. Ich wünſche ſehnlich, daſs Hr. Veau-de-Launay ſich nicht täuſche, indem er ſo zuverſichtlich meint, dieſe Hoffnung in Erfüllung gebracht zu haben. Herr Maréchaux wird ſich neue Verdienſte um die Wiſſenſchaft erwerben, wenn er dieſen Gegenſtand einer fortgeſetzten Prüfung unterwirft, ſo wie ich meinerſeits nicht unterlaſſen werde, es zu thun.

---

## II.

### *Jagd und Kampf der electrischen Aale mit Pferden.*

*Aus den Reiseberichten*
des Hrn. Freiherrn Alexander v. Humboldt.

— — Nirgends findet man den electrischen Aal, (*Gymnotus electricus L.,*) in gröfserer Menge, als in den kleinen Flüssen und in den vielen stehenden Gewässern oder Sümpfen des Theils von Guyana, welcher zwischen dem Oronoco und der Küsten-Cordillere von Venezuela liegt, und aus ungeheuren meist dürren Ebenen besteht, die unter dem Namen: Llanos de Caraccas oder Llanos de Apuré, *) bekannt sind. Fast auf jeder Quadratmeile finden sich hier drei oder vier Sümpfe, welche eben so viel von der Natur gemachte Fischbehälter für die Zitteraale zu seyn scheinen, die sich darin in grofser Zahl finden. Die geringe Tiefe dieser Sümpfe macht es den Indianern möglich, die electrischen Aale in ihnen zu fangen; in den grofsen Strömen, dem Meta, dem Apuré und dem Oronoko ist die Tiefe und die Gewalt des Wassers zu grofs, als dafs sie sich dieser Fische zu bemächtigen vermöchten. Wir haben gefunden, dafs in Guyana

*) Man vergl. *Annalen*, XVI, 423. *d. H.*

allen Indianern die Gefahr sehr wohl bekannt ist, der sie sich aussetzen, wenn sie in Gewässern schwimmen, in welchen die Zitteraale zahlreich sind, indem man ihre schädliche Wirkung gewöhnlich eher empfindet, als man den Fisch gewahr wird.

Als wir durch jene weit verbreiteten Ebenen der Provinz Caraccas reisten, um uns zu San Fernando de Apuré einzuschiffen, und unsre Fahrt auf dem Oronoko zu beginnen, verweilten wir 5 Tage lang in der kleinen Stadt Calobozo, welche nach meinen Beobachtungen unter 8° 56′ 56″ nördlicher Breite liegt. Wir wollten uns hier mit den Zitteraalen beschäftigen, deren es eine unzählbare Menge in dieser Gegend giebt, im Rio Guarico, in den Cannos de Rastro, de Berito, de la Paloma und in etlichen funfzig kleinen stehenden Gewässern. Man hat mir versichert, dass man unweit Uritucu eine ehemahls sehr gangbare Strasse wegen der electrischen Fische hat aufgeben müssen; sie führte durch einen Bach, und auf dem Fuhrt durch denselben ertranken jährlich mehrere Maulesel, die durch die Entladungsschläge der Zitteraale betäubt und sinnlos niedergeworfen wurden.

Um unsre Versuche mit aller Genauigkeit anstellen zu können, wünschten wir, dass man uns electrische Aale in das Haus brächte, welches wir in Calobozo bewohnten. Unser Wirth gab sich alle Mühe, um unser Verlangen zu erfüllen. Es wurden Indianer zu Pferde ausgeschickt, um in den Sümpfen zu fischen; todte Zitteraale hätten wir

in Menge haben können, aber eine faſt kindiſche Furcht verhinderte die Eingebornen, ſie lebendig fortzutragen. Wir haben uns zwar in der Folge überzeugt, daſs es allerdings ſehr unangenehm iſt, es mit dieſen Fiſchen zu thun zu haben, wenn ſie noch bei ihrer ganzen Kraft ſind; bei dem gemeinen Volke iſt aber dieſe Furcht um ſo ſonderbarer, da es die Meinung hat, man könne die Zitteraale ungeſtraft berühren, wenn man Tabak rauche. Wir hatten 10 Francs für jeden electriſchen Aal geboten, den man uns lebendig bringen würde, aber es fand ſich niemand, der ſie verdienen wollte; auch iſt das angebliche Sicherungsmittel der Indianer gegen die Schläge des Zitteraals ohne alle Kraft. Die Liebe zum Wunderbaren iſt unter den Eingebornen dieſer Gegenden ſo groſs, daſs ſie häufig Sachen erzählen und behaupten, an die ſelbſt zu glauben ſie weit entfernt ſind. Auch ſie meinen alſo, der Natur noch mehr Wunder leihen zu müſſen, als wenn die Natur nicht ſchon an ſich ſelbſt der Geheimniſſe und des Wunderbaren genug hätte.

Drei Tage lang hatten wir in der Stadt Calobozo zugebracht, und nur einen einzigen electriſchen Gymnotus erhalten, der ziemlich ſchwach war. Wir faſsten nun den Entſchluſs, uns ſelbſt an Ort und Stelle zu begeben, und dort die Verſuche in freier Luft, am Ufer der Sümpfe anzuſtellen, in welchen die Zitteraale wohnen. Wir verfügten uns zuerſt in das kleine Dorf Raſtro de Abasco, und von da führten uns die Indianer zu dem Can-

no de Bera, einem Baſſin voll ſtehenden ſchleimigen Waſſers das von einer herrlichen Vegetation, *Cluſea Roſea*, *Hymenea courbaril*, dem groſsen indiſchen Feigenbaum und Mimoſen mit wohlriechenden Blüthen, umgeben iſt. Wir geriethen nicht wenig in Verwunderung, als wir hörten, man wolle in die benachbarten Savannas gehen, und dort einige dreiſsig halbwilde Pferde zuſammen treiben, um ſich ihrer bei dieſem Fiſchfange zu bedienen. Man nennt dieſe Art, die Zitteraale zu fangen, *embarbascar con Cavallos*, das heiſst, trunken machen durch Hülfe von Pferden, und das führt auf gar bizarre Vorſtellungen. Mit dem Namen: *Barbasco*, belegt man die Wurzeln der *Jaquinia*, der *Piſcidia* und jeder andern giftigen Pflanze, welche einer groſsen Waſſermaſſe, in die man ſie wirft, augenblicklich die Eigenſchaft mittheilt, die Fiſche zu tödten, zu betäuben, oder trunken zu machen. Die durch dieſes Mittel vergifteten Fiſche (*embarbascado*) ſchwimmen auf der Oberfläche des Waſſers; und da die Pferde, welche man in dem Sumpfe hin und her treibt, daſſelbe bei den in Schrecken geſetzten Fiſchen bewirken, ſo belegt man, indem man Urſache und Wirkung verwechſelt, beide Arten zu fiſchen, mit gleichen Namen.

Während unſer Wirth uns von der ſonderbaren Art unterhielt, wie man hier die Zitteraale fängt, kam der Trupp Pferde und Maulefel an. Die Indianer hatten aus ihnen eine Art von Treiben gemacht, und nöthigten ſie, in den Sumpf hinein zu

gehen, indem dies der einzige Ausweg war, den sie ihnen liefsen. Das interessante Schauspiel, das sich uns nun darbot, des Kampfs der Zitteraale gegen die Pferde, läfst sich mit Worten nur sehr unvollkommen schildern. Die Indianer, jeder mit einem sehr langen Rohre und mit einer kleinen Harpune bewaffnet, stellten sich um den Sumpf, und einige kletterten auf die Aeste der Bäume, die über dem Wasser lagen. Durch ihr Geschrei und durch ihre langen Stangen trieben sie die Pferde, wo sie sich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärm der Pferde geschreckten Zitteraale vertheidigten sich mit wiederhohlten Entladungsschlägen ihrer electrischen Batterieen, und eine Zeit lang schien es, als würden sie den Sieg über die Pferde und Maulesel davon tragen. Mehrere von diesen durch die Menge und Stärke der electrischen Schläge betäubt, verschwanden unter dem Wasser; einige derselben, die sich wieder aufrichteten, erreichten ungeachtet der Wachsamkeit der Indianer das Ufer, und streckten sich hier, durch ihre Anstrengung erschöpft, und durch die starken electrischen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde.

Ich hätte gewünscht, dafs ein geschickter Mahler den Augenblick hätte auffassen können, als die Scene am belebtesten war. Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringten, die Pferde mit zu Berge stehender Mähne, Schrecken und Schmerz im Auge, welche dem Ungewitter, das sie überfällt, entfliehen wollen; die gelblichen und schlüpfrigen

Aale, welche grofsen Wafferfchlangen ähnlich an der Oberfläche fchwimmen, und ihre Feinde verfolgen: alles das gab ein höchft mahlerifches Ganzes. Ich erinnerte mich dabei des berühmten Gemähldes, welches ein Pferd vorftellt, das in eine Höhle tritt, und durch den Anblick eines Löwen entfetzt wird. Der Ausdruck des Schreckens ift hier nicht ftärker, als er in jenem ungleichen Kampfe fich zeigte.

In weniger als fünf Minuten waren zwei Pferde ertrunken. Die Aale, deren mehrere über 5 Fufs Länge hatten, fchlüpften den Pferden und Maulefeln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihres ganzen electrifchen Organs. Diefe Schläge treffen zugleich das Herz, die Eingeweide und befonders das Nervengeflecht des Magens. Es ift daher nicht zu verwundern, dafs der Fifch auf ein grofses vierfüfsiges Thier viel mächtigere Wirkung, als auf einen Menfchen hervor bringt, der ihn nur mit den Extremitäten berührt. Doch zweifle ich, dafs der Zitteraal die Pferde tödtet; er betäubt fie nur, wie ich glaube, durch die Erfchütterungsfchläge, die er ihnen hinter einander giebt; fie fallen in eine tiefe Ohnmacht, und verfchwinden befinnungslos unter dem Waffer; die andern Pferde und Maulefel treten auf ihnen herum, und in wenig Minuten find fie todt.

Nach diefem Anfange fürchtete ich, die Jagd möchte ein fehr tragifches Ende nehmen, und die Pferde würden eins nach dem andern ertrinken. Sind die Herren derfelben bekannt, fo bezahlt man

jedes, das ertrinkt, mit 8 Franken. Die Indianer verſicherten indeſs, die Jagd werde bald geendigt ſeyn, und nur der erſte Sturm der Zitteraale ſey furchtbar. In der That kommen die Aale nach einiger Zeit in den Zuſtand entladener Batterieen, ſey es nun, daſs die galvani'ſche Electricität ſich durch die Ruhe in ihnen gehäuft hatte, oder daſs ihr electriſches Organ durch einen zu häufigen Gebrauch ermüdet und zu fernern Verrichtungen unbrauchbar gemacht wird. Zwar iſt ihre Muskelbewegung dann immer noch eben ſo lebhaft als zu Anfang, ſie haben aber nicht mehr das Vermögen, recht kräftige Schläge zu ertheilen. Als der Kampf eine Viertelſtunde gedauert hatte, ſchienen die Pferde und Mauleſel minder in Schrecken zu ſeyn; die Mähnen ſtanden ihnen nicht mehr zu Berge; ihr Auge druckte nicht mehr hohen Schmerz und Schrecken aus, und es fielen keine Pferde mehr um. Auch ſchwammen die Aale mit dem halben Leibe auſser dem Waſſer, flohen vor den Pferden, ſtatt ſie anzugreifen, und näherten ſich dem Ufer. Die Indianer verſicherten uns, daſs, wenn man die Pferde zwei Tage hinter einander in den Sumpf treibt, am zweiten Tage kein Pferd mehr getödtet werde. Die Fiſche müſſen Ruhe und hinlängliche Nahrung haben, um eine groſse Menge galvani'ſcher Electricität zu erzeugen oder anzuhäufen. Aus den Verſuchen, welche man in Italien mit Zitterrochen gemacht hat, iſt es bekannt, daſs, wenn die Nerven dieſer Rochen, welche in die electriſchen Organe

gehn, zerfchnitten oder unterbunden werden, diefe Organe in ihrer Wirkung gerade fo gehemmt find, wie ein Muskel, deffen Hauptarterie oder Hauptnerve unterbunden ift; beide bleiben gleich unbeweglich, fo lange die Unterbindung dauert. Die electrifchen Organe des Zitterrochens und der Zitteraale find folglich der Herrfchaft des Nervenfyftems unterworfen, und find keinesweges gewöhnliche electromotorifche Apparate, welche aus den benachbarten Waffertchichten die ihnen entzogene Electricität wieder anziehen. Ift diefes aber der Fall, fo darf es uns nicht befremden, dafs die Stärke der electrifchen Schläge des Zitteraals von dem Zuftande feiner Gefundheit abhängt, und dafs Ruhe, Nahrung, Alter, und vielleicht noch eine Menge anderer phyfifcher, auch moralifche Gründe darauf Einflufs haben.

Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden fehr leicht gefangen, mit kleinen an einen Strick befeftigten Harpunen, die man ihnen in den Leib wirft. Die Harpune fpiefst manchmahl ihrer zwei auf. Ift der Strick fehr trocken und ziemlich lang, fo kann man fie damit an das Ufer ziehen, ohne Schläge zu erhalten. In wenig Minuten waren 5 grofse Zitteraale auf dem Trockenen. Wir hätten zwanzig haben können, hätten wir ihrer fo viele zu unfern Verfuchen bedurft. Einige waren nur leicht am Schwanze verwundet, andere fchwer am Kopfe; und wir konnten deutlich beobachten, wie die natürliche Electricität diefes Fifches nach

der verſchiedenen Stärke der Lebenskraft ſich modificirt.

Wir haben unſre Verſuche über die merkwürdigen electriſchen Erſcheinungen des *Gymnotus electricus* nicht bloſs an dieſen in unſrer Gegenwart gefangenen Fiſchen angeſtellt, ſondern auch an einem Zitteraal von auſserordentlicher Gröſse, den wir nach unſrer Zurückkunft von Raſtro, zu Calobozo in unſrer Wohnung vorfanden. Er war mit einem Netze gefangen, und nicht verwundet worden, und man hatte ihn augenblicklich, nachdem man ihn aus dem Sumpfe gezogen, in einen Zuber gethan und nach Calobozo getragen. Da er beſtändig in demſelben Waſſer geblieben war, an welches er ſich gewöhnt hatte, ſo konnte ſeine galvaniſche Electricität ſchwerlich geſchwächt ſeyn. Wir werden indeſs bald ſehen, daſs die verwundeten, und daher minder kraftvollen Zitteraale für Unterſuchungen über die galvaniſch-electriſchen Phänomene dieſer Fiſche viel belehrender ſind, als Zitteraale in ihrer vollen Kraft. Es entgehen dem Auge des Beobachters ſehr viele Nüancen, wenn der electriſche Strom ſich mit einer ſolchen Heftigkeit entladet, daſs er ſich den Weg durch minder vollkommene Leiter faſt ſo gut als durch die beſten Leiter bahnt.

Wenn man geſehen hat, daſs die Zitteraale ein Pferd ſinnlos zu Boden werfen, ſo darf man wohl ſich fürchten, ſie in den erſten Augenblicken, nachdem ſie an das Land gezogen worden, zu berühren. Dieſe Furcht iſt bei den Eingebornen ſo groſs, daſs

~~sich keiner dazu verstehen wollte, die electrischen~~ Aale von dem Stricke der Harpune loszumachen, und sie in die kleinen mit frischem Wasser gefüllten Löcher zu tragen, welche wir an dem Ufer des Sumpfes ausgehöhlt hatten. Wir mussten uns dazu verstehen, selbst die ersten Schläge auszuhalten, und diese waren fürwahr nicht sanft. Die stärksten schienen mir schmerzhafter zu seyn, als die heftigsten electrischen Schläge, die ich mich von einer grosen völlig geladenen Flasche je erhalten zu haben entsinne. Wir begriffen nun sehr wohl, dass es nicht zu den Uebertreibungen gehörte, wenn die Indianer erzählten, dass jemand, der schwimmt, unfehlbar ertrinkt, wenn ihm ein Zitteraal an die Beine oder an die Arme einen Schlag versetzt. Eine so heftige Erschütterung kann dem Menschen sehr leicht den Gebrauch seiner Glieder auf mehrere Minuten entziehen; ja es könnte selbst der augenblickliche Tod erfolgen, wenn der Fisch, indem er längs des Bauchs und der Brust hinschlüpft, eine kraftvolle Entladung gäbe, weil dann die edlern Theile, das Herz, das gastrische System, der *plexus coeliacus*, und alle Nerven, die davon abhängen, zugleich ihrer Reitzbarkeit beraubt werden würden. Nur eine schwache Electricität vermehrt, wie bekannt, die Lebenskräfte, eine starke vernichtet sie. — — —

# III.

## UNTERSUCHUNGEN
## über die Schwefelmetalle,

von

L. Proust,
Prof. der Chemie zu Madrit. *)

*Frei bearbeitet von* Gilbert.

### *Schwefel-Eiſen.*

Ich hatte lange Zeit geglaubt, in den Schwefelkieſen ſey das Eiſen oxydirt, und zwar im *Minimo;* hier die Gründe, welche mich beſtimmt haben, meine Meinung zu ändern. Man findet in einem verhärteten Thon bei San Pedro Maurique, nahe bei der Stadt Soria, [in Alt-Kaſtilien,] ſehr ſchöne kubiſche und dodecaedriſche Schwefelkieſe. Als ich

*) Nach *ſieben* verſchiedenen Abhandlungen in dem *Journal de Phyſique:* über einige Schwefelmetalle, 1801, Aug., p. 89 — 97; über das natürliche und das künſtliche Schwefeleiſen, 1802, Febr., p. 89 — 95; zur chemiſchen Geſchichte des Spieſsglaſes, 1802, Nov., p. 325 — 344; über die Schwefelmetalle, 1804, Oct., p. 260 — 265; über die Rothgiltigerze, 1804, Dec., p. 403 — 412: zur chemiſchen Geſchichte des Zinnes, 1805, Nov., p. 338 — 349; über die Kobalt- und Nickelerze und über die zuſammen geſetzten Schwefelmetalle, 1806, Nov., p. 364 — 377. Es wird nicht überflüſſig ſeyn, hier

400 Gran dieſer Kieſe, von der Gröſse der Hanfkörner, beim Rothglühen deſtillirte, erhielt ich 75 Gran reinen Schwefels; der Rückſtand wog 322 Gran; der Verluſt, (an Schwefel, der ſich in den entweichenden Gasarten befand,) betrug alſo nur 3 Gran; von 400 Gran etwas gröſserer Kieſe erhielt ich 81 Gran Schwefel, 314 Gran Rückſtand und 5 Gran Verluſt. Dieſes giebt im Mittel auf 400 Gran Schwefelkies 82 Gran, oder ungefähr 20 Procent Schwefel.

Eine mäſsige Rothglühehitze reicht hin, aus den Kieſen allen Schwefel auszutreiben, den ſie in der trocknen Deſtillation herzugeben vermögen. In den erſten Augenblicken geht ein wenig Waſſerdunſt über. Dann kommen zwei Gasarten, die an ihrem Geruche nicht zu verkennen ſind, nämlich ſchwefelig-ſaures Gas und Schwefel-Waſſerſtoffgas, welche im Waſſer der Vorlage ſich wechſelſeitig zer-

zu bemerken, daſs im Originale manche Ausdrüke in den Zahlbeſtimmungen etwas anderes ſagen, als der Verfaſſer ſagen wollte, und daſs mehrere Druckfehler in den Zahlen vorkommen; beides iſt hier verbeſſert worden. Durch die Art, wie dieſe Arbeiten des Hrn. Prof. Prouſt hier in ein Ganzes zuſammen geſtellt und mit einigen fremden, welche darauf Beziehung haben, verbunden worden ſind, glaube ich mir um ſie und um dieſen Theil der Chemie der Metalle einiges Verdienſt erworben zu haben. Auch ſind für einige theoretiſche Anſichten in der Chemie dieſe Aufſätze Hauptſchriften. *Gilb.*

ſetzen und es milchicht machen; beide rühren von der Zerſetzung der Feuchtigkeit her. Darauf kömmt der Schwefel und dabei zeigt ſich weiter kein Gas.

Dadurch, daſs den Kieſen ungefähr 20 Procent Schwefel in dieſem Prozeſſe entzogen werden, verlieren ſie faſt ganz ihren Metallglanz und ihre Feſtigkeit. Sie behalten zwar ihre Geſtalt, ſind aber voluminöſer, an allen Ecken wie abgeſchmolzen, laſſen ſich zwiſchen den Fingern zerdrücken, und haben nur noch die matte Farbe des künſtlichen Schwefel-Eiſens.

Wäre in den Schwefelkieſen Sauerſtoff vorhanden, ſo müſste er ſich in dieſem Rückſtande der Deſtillation finden. Die folgenden Thatſachen beweiſen indeſs, daſs er darin mangelt. *Erſtens:* Wenn man irgend ein Eiſenoxyd mit Schwefel oder mit Zinnober vermiſcht und zum Rothglühen bringt, ſo erhält man ſchweflig-ſaures Gas und gewöhnliches Schwefel-Eiſen; die Schwefelkieſe können alſo kein Eiſenoxyd, ſondern nur reguliniſches Eiſen enthalten, weil ſie ſonſt in der Rothglühehitze ſtatt Schwefel, ſchweflig-ſaures Gas hergeben würden. *Zweitens:* Wenn man Schwefelkieſe mit Kohle glüht, ſo erhält man kein anderes Gas, als Schwefel-Waſſerſtoffgas, und nachdem ſie 19 bis 20 Procent Schwefel verloren haben, bleibt ein Schwefel-Eiſen zurück, welches in allem mit dem künſtlichen Schwefel-Eiſen überein ſtimmt. Es enthält, wie dieſes, auf 100 Theile Eiſen 60 Theile Schwefel, löſt

sich willig in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure auf, und entbindet das Schwefel-Wasserstoffgas in Menge.

Die Schwefelkiese sind hiernach nichts anderes als Schwefel-Eisen, welches die Natur auf dem nassen Wege zusammen setzt und mit Schwefel übersättigt, um gleichsam ihrem Werke Dauer zu geben. Wahrscheinlich enthalten die Schwefelkiese diesen Ueberschuss in verschiedener Menge, da, nach Henkel, einige 25, andere 28, oder selbst 30 Procent Schwefel gaben. *) Dieser überschüssige Schwefel ist es, den sie in der Destillation hergeben, nicht aber der, welcher von dem Eisen nach dem unveränderlichen Gesetze der Verhältnisse figirt ist,

*) Diese Vermuthung nimmt Herr Proust durch das, was man weiterhin aus dem zweiten Aufsatze finden wird, stillschweigend zurück; einige berühmte Chemiker, die ihn deshalb mit sich selbst im Widerspruche glaubten, thun ihm Unrecht. Der Freiberger Dr. Henkel ist hier wohl ohne alle Autorität. Er setzt zwar in seiner *Pyritologia*, Leipzig 1725, S. 478, die Menge von Rohschwefel hin, welche er aus einem Zentner Kiese verschiedener Art erhalten hat, (sie variirt von 25 bis 36½ Pfund,) fügt aber hinzu: „wobei zu gedenken, dass im verschlossenen Gefäse, als die Retorte ist, woraus ich die Kiese vornehmlich abgeschwefelt habe, ein solches Gewicht schwerlich, sondern insgemein kaum ¼ Theil zu erhalten steht, sondern nachher noch ein offenes Feuer, dergleichen das unter der Muffel ist, den noch zurück seyenden Schwefel vollends heraus zwingen muss.“ *Gilb.*

da Eisen, wovon 100 Theile mit 60 Theilen Schwefel gesättigt sind, nichts davon in einer Hitze fahren läfst, welche den Kiesen ihren Ueberschufs an Schwefel entzieht.

Die Schwefelkiese sind auch für den Chemiker von Nutzen. Füllt man gepülverte Kiese in einen Tiegel, bedeckt sie mit $\frac{1}{4}$ Eisenfeile, schüttet etwas Kohlenstaub darüber, und giebt Rothglühehitze, ohne doch die Masse zum Schmelzen zu bringen; so erhält man eine homogene Masse in Pulvergestalt, die sehr bequem ist, um Schwefel-Wasserstoffgas in Menge zu entbinden.

Es ist meine Absicht nicht, zu behaupten, dafs alle Schwefelkiese von einerlei Art sind. Die z. B., welche die Eigenschaft haben, sich zu *vitriolisiren*, kommen wahrscheinlich dem Schwefel-Eisen ohne Ueberschufs an Schwefel sehr nahe. Denn so viel ist gewifs, dafs die mit Schwefel übersättigten Kiese die sind, welche am längsten der Einwirkung der Elemente, die ihre Zerstörung herbei zu führen streben, widerstehn.

Die Schwefelkiese von Soria erhalten etwas Kalkerde, etwas Kiefelerde und etwas Thonerde, aber nicht die geringste Spur von Kupfer. Ihre Auflösung in Salpetersäure wird durch Schwefel-Wasserstoff zum Minimo der Oxydirung zurück gebracht, und der gelbe Staub, der dabei niederfällt, ist nichts als Schwefel.

Die Schwefelkiese leiden eine langsame Zersetzung, indem sich statt des Schwefels Sauerstoff einfindet,

findet, wobei sich ihre Gestalt nicht ändert; sie werden endlich ganz zu rothem Eisenoxyd. Werden die oxydirten Kiestheilchen vom Wasser fortgeführt, zerkleinert und abgesetzt, so entsteht *rother Ocher*. Dergleichen ist der, welcher in Spanien *Erde von Almagré* genannt, und zum Anstreichen der Häuser, zum Zeichnen der Hammel, zum Färben des Tabaks von Sevilla, zum Poliren der Spiegel u. s. w. gebraucht wird. Dieser Bolus giebt in der Destillation eine grosse Menge schwefliger Säure, und verkündigt seinen Ursprung durch den Ueberrest von Schwefel, welchen er enthält.

Was die schönen *gelben Ocher* betrifft, die beim Destilliren roth werden und nichts als Wasser hergeben, so rühren sie von einer freiwilligen Zersetzung des spathigen Eisensteins her;*) auch findet man in ihnen Kalk und Manganes. Ich habe diesen Uebergang von spathigem Eisenstein, in gelben Ocher sehr deutlich in einigen Bergwerken gesehn. In jenem Eisensteine sind Eisen und Manganes im Minimum oxydirt und mit Kohlensäure gesättigt; beide oxydiren sich allmählich im Maximo und lassen die Kohlensäure fahren, welche sie in diesem Zustande nicht mehr zu binden vermögen.

*) Herr Prouſt erklärt sie in den *Ann. de Chimie*, t. 49, für ein Eisen-Hydrat; sie geben in der Destillation nicht ein Atom von Gas, und alkalische Laugen, die man über ihnen kocht, entziehn ihnen nichts von ihrer Farbe. *Gilb.*

*Schwefelkies durch Kunſt.* *)

Daſs die Säuren, welche das *künſtliche Schwefeleiſen* willig auflöſen, auf *Schwefelkieſe* nicht dieſelbe Kraft äuſsern, kömmt daher, weil letztere ihrer Wirkung einen Ueberſchuſs an Schwefel entgegen ſetzen, dem man bisher den durch Kunſt erzeugten Schwefel-Eiſen nicht beizumiſchen vermochte. Ganz vor kurzem iſt mir dieſes durch einen Zufall gelungen. Um für mein Laboratorium Schwefel-Eiſen zu machen, hatte ich nach Gutdünken Eiſenfeile und Schwefel, zuſammen ungefähr 10 Unzen, in einen Tiegel gethan, glaubte aber, nach der Farbe zu urtheilen, zu wenig Schwefel genommen zu haben, fügte noch etwas hinzu, und gab aufs neue Rothglühehitze, doch ſo, daſs die Maſſe nicht ſchmolz. Als ich ſie nun mit einer verdünnten Säure verſuchte, war ich nicht wenig verwundert, kein Schwefel-Waſſerſtoffgas zu erhalten, auch nicht, wenn ich die Säure verſtärkte. Dies war der erſte Lichtſtrahl, der mich die Möglichkeit ſehen lieſs, Schwefelkieſe durch Kunſt zu bilden.

Ich verſuchte nun zuerſt, Schwefelkieſen von Soria, denen ich durch Deſtillation ihren Ueberſchuſs an Schwefel entzogen hatte, dieſen Ueberſchuſs wieder zu geben. Ich nahm zu dem Ende 400 Gran vom Rückſtande ſolcher deſtillirter Kieſe,

*) Aus der zweiten der oben erwähnten Abhandlungen. *Gilb.*

ſetzte ihnen Schwefel in unbeſtimmter Menge zu, that in eine zweite Retorte 400 Gran noch unveränderter Schwefelkieſe, die mir als Pyrometer dienen ſollten, um nicht bis zu dem Grade von Hitze zu ſteigen, bei welchem der Schwefel den Kieſen wieder entzogen wird, und brachte beide Retorten neben einander ins Feuer. Bei einem gewiſſen Grade von Hitze ſublimirte ſich der überflüſſig zugeſetzte Schwefel; dann ſtieg aber in beiden Retorten während einer vollen Stunde nicht der mindeſte Schwefeldampf auf. Der Schwefelkies fand ſich durch dieſen Prozeſs in der That regenerirt. Er war pulverulent; ein Zeichen, daſs kein freier Schwefel dabei geblieben war; ſonſt würde er teichig und nach der Retorte geſtaltet geweſen ſeyn. Seine Farbe hatte ſich, aus der dunkeln und ſchwärzlichen des künſtlichen Schwefel-Eiſens, in ein grünliches Gelb verwandelt, welches die Farbe des gepülverten Schwefelkieſes iſt; und das Gewicht deſſelben betrug 504 Gran; der deſtillirte Schwefelkies hatte alſo aufs neue ſo viel Schwefel mit ſich vereinigt, daſs dieſes 20 Procent von der ganzen Maſſe des regenerirten Kieſes betrug; gerade ſo viel Schwefel hatte aber, wie wir oben geſehn haben, der Kies von Soria bei der Deſtillation, an Schwefel verloren.

*Schwefelſäure* von 10° nach Beaumé's Senkwage, welche den deſtillirten Schwefelkies ſehr gut auflöſt, gab mit dieſem regenerirten Kies nur einige Unzen Schwefel-Waſſerſtoffgas; als ich ſie darüber

erhitzte, erhielt ich noch ein wenig Gas, dann aber blieb der Kies unverändert; und ob ich gleich das Kochen lange Zeit fortsetzte, so war es doch unmöglich, die Säure mit Eisen zu sättigen. *Salzsäure* von 12° verhielt sich zu dem regenerirten Kiese auf dieselbe Art; es entstand nur wenig Gas, das Pulver behielt seine Farbe und es löste sich nicht auf. Der natürliche Schwefelkies giebt, mit diesen beiden Säuren behandelt, gar keine Spur von Gas; man muss aber nicht vergessen, dass die Kunst ihrer Zusammensetzung nicht dieselbe innige Aggregation und Dichtigkeit zu geben vermag, als die Natur, und diese Aggregation ist eins der Haupthinderniss chemischer Wirkungen, wie Guyton und Fourcroy an der grosen Schwierigkeit, die natürlichen Eisen- und Zinn-Oxyde aufzulösen, gezeigt haben.

Da dem natürlichen Schwefelkiese immer einige fremdartige Theile, Thonerde, Kieselerde, und häufig etwas Eisenoxyd, beigemengt sind, so lassen sich die wahren Verhältnisse, wornach Eisen sich mit Schwefel im Minimo, und mit demselben im Maximo verbindet, aus den vorigen Versuchen nicht mit aller Genauigkeit ableiten. *) Um dieses zu finden, habe ich folgende Versuche angestellt.

*) Herr Proust ist der Meinung, wie man das weiterhin umständlich von ihm selbst erörtert, und gegen Hrn. Berthollet durchgeführt finden wird, dass zwei Grundstoffe, die sich chemisch verbinden, (die organischen Materien ausgenommen,) dieses in der Regel nur nach einem oder höchstens nach

Um reine Eisenfeile zu erhalten, muss man sich nicht begnügen, sie mit dem Magnete ausgezogen und in einer gut verstopften Flasche verwahrt zu haben; man muss sie noch eine geraume Zeit lang in einer gläsernen Retorte mässig erhitzen; sie geben dann ein sehr ammoniakalisches Wasser und selbst ein salzsaures Salz, hat mein Geschmack mich nicht getäuscht. *)

Lässt man auf 100 Theile solcher Eisenfeile, die man in einer Retorte bis zur dunkeln Rothglühehitze gebracht hat, Schwefelpulver fallen, so kommen sie zu einem hellen Glühen, das selbst den ältern Chemikern aufgefallen ist; aber sie verbinden sich nicht alle damit, und nehmen daher nur um 20 bis 30 Theile an Gewicht zu. Man zerstosse das Produkt, vermische es nochmahls mit Schwefel, und bringe es zum Rothglühen; so erhält man nun eine Masse, die jedes Mahl 159 Theile wiegt. Wegen der fremd-

zwei, (sehr selten nach drei,) verschiedenen, festen und unveränderlichen Verhältnissen vermögen, nicht nach jedem beliebigen Verhältniss, wie Herr Berthollet glaubte. Wenn er von Schwefelmetallen im Maximo und im Minimo spricht, so beziehn sich diese Bestimmungen stets auf den Schwefel, nicht auf das Metall: das heisst, es werden Schwefelmetalle bezeichnet, in welchen mit dem Metalle der Schwefel in *grösster Menge*. (im *Maximo*,) in *kleinster Menge*. (im *Minimo*,) verbunden ist. *Gilb.*

*) Diese Gegenwart der Salzsäure, selbst bei sorgfältig ausgesonderter und aufbewahrter Eisenfeile, verdient bemerkt zu werden, zur Warnung vor

artigen Beimiſchung beim Eiſen, glaube ich daher auf 100 Theile reinen Eiſens, 60 Theile Schwefel annehmen zu dürfen, die ſich damit vereinigen. Dieſe Maſſe iſt das *im Minimo* mit Schwefel verbundene Eiſen. Es kann ſchmelzen, ohne ſich zu verändern, und kömmt ſelbſt in der Retorte zum Schmelzen, wenn man Klavierdraht genommen hat. Es hat eine metalliſche, aber dunkle Farbe, die von der Goldfarbe der Kieſe weit entfernt iſt. Es iſt, mit Einem Worte, ganz das *Schwefel Eiſen*, welches man zur Entbindung des Schwefel-Waſſerſtoffgas in den Laboratorien verfertigt.

Um das Verhältniſs zu entdecken, worin dieſes Schwefel-Eiſen Schwefel in Uebermaaſs zu binden vermag, wenn man nicht ſo ſtarke Hitze giebt, daſs letzterer wieder entführt wird, behandelte ich mit aller Vorſicht 200 Gran Eiſenfeile mit Schwefel. Ich

Trugſchlüſſen bei den jetzigen Verhandlungen über die Erzeugung der Salzſäure durch Galvanismus. Selbſt Berthollet war vor mehrern Jahren durch ſie zu dem Irrthume verleitet worden, Salzſäure erzeugt zu haben, bis ſich fand, daſs ſelbſt friſch bereitete Eiſenfeile nicht frei von Salzſäure war, (*Ann. de chimie*, t. 39, p. 15.) Aus der Haut ſcheint ſich beſtändig ſalzſaures Natron abzuſcheiden; deſtillirtes Waſſer, das man in der hohlen Hand gehalten hat, oder in das man mehrmahls den Finger getaucht und etwas gedrückt hat, trübt ſalpeterſaures Silber. Bekanntlich wird beim Feilen des Eiſens die Feile, häufig auch das Eiſen mit den Händen berührt. *Gilb.*

erhielt 318 Gran Schwefel-Eifen. Dieſes vermiſchte ich mit einem neuen Antheile Schwefel, und erhitzte ſie 1 Stunde lang neben einer zweiten Retorte mit natürlichen Kieſen; der deſtillirte Schwefel deſtillirte ſich über und ich erhielt einen *künſtlichen Schwefelkies*, der 378 Gran wog. Er kam pulverulent aus der Retorte; aller nicht gebundene Schwefel war alſo gewiſs übergeſtiegen. Die Farbe deſſelben war nicht ſchwärzlich, ſondern grünlichgelb; er verhielt ſich zu den Säuren in allem gerade ſo, wie der oben beſchriebene wieder erzeugte Schwefelkies, und von den natürlichen Kieſen unterſchied er ſich in nichts, als in dem Mangel an Cohärenz der Theile, welchen die letztern durch das Kryſtalliſiren erhalten, das nur in flüſſigen Mitteln Statt findet.

Aus allem dieſem folgt, daſs das Eiſen auf 100 Theile 60 Theile Schwefel in einer ziemlich hohen Hitze zu binden und feſt zu halten vermag; dieſe Proportion macht das *Schwefel-Eiſen im Minimum* aus. Vermittelſt einer kleinern Hitze kann es wiederum halb ſo viel Schwefel mit ſich vereinigen, und es entſteht dann das *Schwefel-Eiſen im Maximum* oder mit 90 Theilen Schwefel auf 100 Theile Eiſen. Dieſes iſt nichts anderes als der *Schwefelkies* der Natur, nur daſs es die Cohärenz deſſelben nicht hat, ſonſt aber beſitzt es alle Eigenſchaften der Schwefelkieſe. Bringt man es in eine Hitze, welche zur Bildung der erſtern Art von Schwefel-Eiſen nöthig iſt, ſo verliert es ſeinen Ueberſchuſs

an Schwefel und wird zum Schwefel-Eisen im *Minimum*. *)

Um allzu schwefelreiches Eisen zur Bildung von Schwefel-Wasserstoffgas geschickt zu machen, braucht man es nur mit der Hälfte des Gewichts an Eisenfeile zu erhitzen, (s. S. 48.) Ein zweites Mittel, die Kiese dazu fähig zu machen, ist, dass man sie destillirt, um ihnen den Antheil an Schwe-

*) Das Resultat dieses synthetischen Versuchs über die Bestandtheile des künstlichen Schwefelkieses stimmt nicht mit den obigen Versuchen mit natürlichen Schwefelkiesen überein. Diesen letztern zu Folge verliert der Schwefelkies 20 Procent Schwefel in der Destillation, und der Rückstand nimmt eben so viel Schwefel, als er verloren hatte, wieder an, wenn der Kies regenerirt wird. Dem hier erzählten Versuche gemäfs enthielten dagegen 190 Theile Schwefelkies nur 30 Theile, also nur 16 Procent Schwefel mehr, als das Schwefel-Eisen im Minimo; ein nicht unbedeutender Unterschied, den ich mir daraus erkläre, dass ein zweimahliges Erhitzen der Eisenfeile mit Schwefel wahrscheinlich nicht ausreicht, sie durchgehends im *Maximo* mit dem Schwefel zu verbinden. Ist dieses richtig, (wie denn dafür die völlige Uebereinstimmung der Resultate der Destillation und der Regeneration der Schwefelkiese spricht,) so giebt folgende kleine Gleichung $x = \frac{100 + 60 + x}{5}$ die wahre Menge Schwefels, welche das Schwefel-Eisen im Maximo mehr, als das im Minimo enthält, = 40; und hiernach enthält Schwefel Eisen im Maximo auf 100 Th. Eisen 100 Th. Schwefel: ein Resultat, welches die folgende Abhandlung völlig bestätigt. *Gilb.*

fel zu entziehen, auf welchem der Unterſchied zwiſchen Schwefel-Eiſen im Minimum und im Maximum beruht.

Bis jetzt haben wir im Mineralreiche das Schwefel-Eiſen im *Minimum* noch nicht gefunden. *) Denn auch im gelben Kupferkieſe, welcher eine Verbindung von zwei Schwefelmetallen iſt, befindet ſich das Eiſen ſtets im Maximum mit Schwefel verbunden. Auch vermögen nur die Säuren, welche den Ueberſchuſs an Schwefel oxygeniren, die Eiſen- und Kupferkieſe anzugreifen.

### *Umbraerde.*

Iſt dieſe Erde ein Ueberreſt von Pflanzen, wie ſich nicht zweifeln läſst, ſo wird das durch ihre Zerlegung ſehr wohl beſtätigt. Denn ſie zeigt ſich als aus Eiſenoxyd und Manganesoxyd, beide im Maximum, aus Thonerde, Sand, u. ſ. w., zuſammen geſetzt. Was die Thonerde betrifft, ſo findet ſie ſich in der Aſche gewiſſer Hölzer in Menge. Ich habe ſie in groſser Menge in der Aſche des Oehlbaums und des Johannisbrodbaums gefunden. In der Aſche der grünen Eiche, im Spaniſchen *encina* genannt, habe ich phosphorſaure Kalkerde entdeckt.

*) Herr Prof. Prouſt hat es ſpäterhin, wie wir geſehen haben, in den Meteorſteinen gefunden, (*Ann.*, XXIV, 283,) und vor kurzem hat Herr Hatchett in London entdeckt, daſs der Mangetkies nichts anderes als ſolches Schwefel-Eiſen im Minimo iſt; davon in der folgenden Abhandlung. *d. H.*

(Die Fortſetzung im nächſten Hefte.)

## IV.

### *Phyſikaliſche und chemiſche Unterſuchungen über den Magnetkies und Bemerkungen über verſchiedene Arten von Schwefel-Eiſen,*

von

Charles Hatchett, Eſq., F.R.S. *)

Die Schwefelmetalle machen eine groſse Abtheilung der Mineralien aus. Unter ihnen iſt keines in der Natur häufiger und allgemeiner verbreitet als das Schwefel-Eiſen oder der ſo genannte *Schwefelkies*. Er kommt in ſeinen Varietäten in allen Tiefen und in allen Klimaten vor, in den Gebirgen älterer Formation, wie in den angeſchwemmten Erdlagern, und wird noch jetzt unter gewiſſen Umſtänden täglich auf naſſem Wege gebildet, wovon ich vor einigen Jahren der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften ein Beiſpiel vorzulegen die Ehre gehabt habe. **) Der Werth deſſelben, dem Gelde nach gerechnet, iſt zwar unbedeutend, wir haben aber alle Urſache, zu glauben, daſs er in den Operationen der Natur eine nicht unwichtige Rolle ſpielt.

*) Frei bearbeitet nach den *Philoſophical Transactions of the Roy. Soc. of London for* 1804, von *Gilbert*.

**) *Philoſ. Transact. for* 1798, p. 567.

Die verſchiedenen Arten und Varietäten des Schwefelkieſes ſind ſo allgemein bekannt und ſo oft beſchrieben, daſs ich ſie hier nicht aufzuzählen brauche. Eine Art derſelben zeichnet ſich durch eine ſtarke magnetiſche Polarität aus; ſie iſt zwar von den neuern Mineralogen beſchrieben, bis jetzt aber noch nicht regelmäſsig chemiſch zerlegt worden, ſo daſs es noch nicht ausgemacht war, ob man ſie für Schwefel Eiſen, das an ſich magnetiſch iſt, oder für einen Kies, dem kleine Theile magnetiſchen Eiſens eingemengt ſind, zu nehmen habe.

Die deutſchen Mineralogen nennen dieſen Kies *Magnetkies*. Mehrentheils hat er eine Bronzefarbe, die ſich in ein blaſſes Vitriolroth zieht; hat Metallglanz; iſt von unebenem, meiſt grobkörnigem, manchmahl unvollkommen muſchlichtem Bruch; giebt einen gelblich-grauen Strich mit etwas Metallglanz; iſt brüchig und leicht zu zerſprengen, und iſt nicht ſehr hart, giebt aber doch am Stahle einige Funken, wiewohl mit Schwierigkeit.

Man fand den Magnetkies bisher nur in Norwegen, Schleſien, Baiern, und beſonders bei Geier, bei Meffersdorf und bei Breitenbrunn in Sachſen. Ich habe indeſs von Herrn Greville einige Stücke eines Kieſes erhalten, den ſein Bruder ungefähr im Jahr 1798 in Wales gefunden hat, und der in allen Merkmahlen auf das genaueſte mit dem Magnetkies von Breitenbrunn überein ſtimmt. Dieſer Kies findet ſich in Caernarvonſhire am Fuſse eines Berges Moel Aelia, wo er ein Lager bildet, das

einige Yards mächtig und tief seyn und von Nord nach Süd streichen soll. Man baute dort ehemahls auf Kupfer; in der That sitzt an den Stücken, die ich besitze, etwas gelbes Kupfererz. Das Gestein, welches diesen Magnetkies begleitet, ist eine Art Topfstein, von blasser gräulich-grüner Farbe; es enthält nette kubische Krystalle von gewöhnlichem Schwefelkies.

Dieser Kies ist so *magnetisch*, dass ein Stück desselben, 2 Kubikzoll gross, aus einer Entfernung von 4 Zoll auf eine 3 Zoll lange Magnetnadel wirkt. Das Pulver des Kieses, (welches schwärzlich-grau ist und einigen Metallglanz hat,) wird von einem gewöhnlichen Magnet angezogen, aber nicht der Kies selbst. Auch wirkt dieser nicht auf Eisenfeile, es sey denn, dass man ihn eine Zeit lang zwischen zwei Magnetstäben erhalten habe; dann aber zieht er Eisenfeile an, hebt sie auf, treibt die Magnetnadel rund umher und scheint diese erhöhte Kraft fortdauernd zu behalten. In meinen Stücken war allgemein der Nordpol der stärkste.

Nach dem Ansehen der Theile zu urtheilen, welche der Witterung ausgesetzt gewesen sind, kann sich der Magnetkies oxydiren, aber nicht vitrioliſiren. Sein specifisches Gewicht, bei 65° F. bestimmt, ist 4,518. Vor dem Löthrohre stösst er einen Geruch nach schwefliger Säure aus, und schmilzt in ein Kügelchen, das fast schwarz ist und vom Magnet gezogen wird. Grob gepulvert drei Stunden lang in einer irdenen Retorte der Roth-

glühehitze ausgesetzt, hatte er fast nichts an Gewicht verloren, und in die Vorlage war nicht der geringste Schwefel übergegangen; sie roch aber stark nach schwefliger Säure. Selbst als der gepulverte Kies in einer flachen Porzellänschale 4 Stunden lang unter einer Muffel rothglühend erhalten wurde, verlor er nur einen Theil seines Schwefels, nämlich 13,5 Procent, wodurch seine Farbe dunkelgrau wurde, ins Dunkelroth spielend.

Verdünnte *Schwefelsäure* löst den Magnetkies zum Theil auf, unter schwachem Aufbrausen, und sehr merklichem Geruch nach Schwefel-Wasserstoffgas. Die Auflösung ist sehr blasgrün. Ammoniak giebt damit einen dunkelgrünen Niederschlag, der allmählig schwarz, dann ochergelb wird; und blausaures Kali giebt einen weisen Niederschlag, der nur mit etwas Blau vermengt ist, an der Luft aber allmählig die volle Intensität der Farbe des Berlinerblau annimmt. Alles dieses sind Beweise, dass das Eisen in der Auflösung sich dem grösten Theile nach im Minimo der Oxydirung befindet, und dass folglich das Eisen im Magnetkiese selbst in völligem Metallzustande ist, oder wenigstens diesem Zustande sehr nahe kommt.

*Salpetersäure* vom spec. Gewichte 1,38, die mit gleichen Theilen Wasser verdünnt worden, wirkt auf den Magnetkies anfangs nur wenig; nimmt man aber Wärme zu Hülfe, so wird er unter starkem Aufbrausen und mit Entbindung von Salpetergas

aufgelöst; doch ist das Aufbrausen so stark nicht, als wenn man gewöhnliche Schwefelkiese auf diese Art behandelt. Auch verdient bemerkt zu werden, dass, wenn das Digeriren nicht zu lange dauert, eine bedeutende Menge Schwefel sich in Substanz abscheidet, während die gewöhnlichen Schwefelkiese hierbei kaum irgend etwas Schwefel absetzen; und doch werde ich sogleich zeigen, dass die letztern wirklich mehr Schwefel in sich enthalten, als der erstere.

Wenn man *Salzsäure* auf den gepulverten Magnetkies giesst, so entsteht sogleich ein leichtes Aufbrausen, welches, wenn man Wärme zu Hülfe nimmt, ausserordentlich zunimmt; das Gas, das sich entbindet, ist allen Merkmahlen zu Folge Schwefel-Wasserstoffgas. Dabei setzt sich Schwefel ab, der einen kleinen Theil des Kieses so einhüllt, dass er ihn gegen die weitere Einwirkung der Säure schützt. Die Auflösung ist blass-gelblichgrün, und giebt mit blausaurem Kali und mit Ammoniak dieselben Niederschläge als die schwefelsaure Auflösung.

### *Chemische Analyse.*

Um den Magnetkies chemisch zu zerlegen, übergoss ich 100 Gran desselben, die zu einem feinen Pulver gerieben waren, in einem gläsernen Kolben, der in einem Sandbade stand, mit 2 Unzen Salzsäure. Was sich nicht auflöste, wurde nochmahls mit 2 Unzen Salzsäure und 1 Unze Salpetersäure dige-

rirt. Hierbei schied sich *reiner Schwefel* ab, der nach dem Trocknen 14 Gran wog.

Beide Auflösungen goss ich zusammen, fügte noch etwas Salpetersäure hinzu, und kochte alles eine geraume Zeit lang, um die Oxydirung des Eisens zu befördern. Darauf wurde Ammoniak zugesetzt, und der erhaltene Niederschlag erst mit Kalilauge gekocht, dann aber ausgesüsst, getrocknet und mit Wachs in einem bedeckten Porzellantiegel roth geglüht. Der Magnet zog dieses Eisenoxyd nun durchgängig, es wog 80 Gran. Die Kalilauge zeigte, mit salzsaurem Ammoniak geprüft, keine Spur von Thonerde.

Die Flüssigkeit, aus der das Eisen durch Ammoniak niedergeschlagen worden war, wurde so lange mit salzsaurem Baryt versetzt, bis sie sich damit nicht mehr trübte. Den Niederschlag digerirte ich mit etwas stark verdünnter Salzsäure, wusch ihn, und setzte ihn einige Minuten lang einer schwachen Rothglühehitze in einem Platintiegel aus, er wog 155 Gran. Nach den Untersuchungen von Chenevix enthalten 155 Gran schwefelsauren Baryts 22,5 Gran Schwefel. *) Fügt man hierzu die zuvor erhaltenen 14 Gran; so beträgt die gesammte Menge des *Schwefels* in den 100 Gran des Magnetkieses 36,5 Gran.

*) Siehe *Annalen*, XIII, 166. Nach den Bestimmungen Klaproth's, (*Allg. Journ. d. Chem.*, B. 5, S. 518,) 21,7. *Gilb.*

Das Eiſen in dieſen 100 Gran wog, im Zuſtande des ſchwarzen Oxyds 80 Gran; Schwefel und Eiſenoxyd zuſammen genommen alſo 116,5 Gran. Dieſe Zunahme an Gewicht iſt ein Beweis, daſs das Eiſen im Magnetkieſe als reguliniſches Metall und nicht als Oxyd vorhanden iſt, und erſt während der Analyſe oxydirt wird; oder daſs es wenigſtens dem reguliniſchen Zuſtande ſehr nahe kömmt. Daher beträgt die wahre Menge des *Eiſens* in 100 Gran des Magnetkieſes 80 — 16,5, das iſt, 63,5 Gran.

Ich wiederhohlte dieſe Analyſe, nur mit dem Unterſchiede, daſs ich 100 Gran Magnetkies ſo lange in Salpeterſäure digerirte, bis aller Schwefelkies ſich in Schwefelſäure verwandelt hatte. Nachdem das Eiſen durch Ammoniak abgeſchieden worden war, gab ſalzſaurer Baryt 245 Gran Niederſchlag, welcher nach Chenevix's Beſtimmungen nahe 36 Gran Schwefel enthalten muſste; ein Reſultat, welches die vorige Analyſe ſehr gut beſtätigt. Nach der gänzlichen Acidifirung des Schwefels blieb jetzt ein wenig Quarz zurück.

Nach Lavoiſier und Prouſt verbinden ſich mit 100 Theilen Eiſen 37 Theile Sauerſtoff, wenn es ſich in ſchwarzes Oxyd verwandelt; *) und das ſchwarze

*) Herr Hatchett erhielt aus 100 Gran feinen Klavierſaitendrahts, wenn er ihn in Salzſäure auflöſte, mit Ammoniak niederſchlug, ausſüſste, und, mit etwas Wachs bedeckt, in einem Tiegel roth glühte, in

ſchwarze Oxyd enthält alſo 27 Procent Sauerſtoff. Auf 80 Gran dieſes Eiſenoxyds kommen daher 21,6 Gran Sauerſtoff, und hiernach müſste die wahre Menge des Eiſens im Magnetkieſe 58,4 Gran geweſen ſeyn. Die 5,1 Gran Ausfall gegen die vorige Beſtimmung, rühren wahrſcheinlich daher, daſs 5,1 Theile Sauerſtoff entweder mit einem Theile oder mit der ganzen Maſſe des Eiſens verbunden waren. *)

Ich habe mehrere Varietäten des gemeinen Schwefelkieſes ganz nach derſelben Methode zerlegt, das heiſst, ihren Schwefel durch Salpeterſäure acidifirt und durch ſalzſauren Baryt niedergeſchlagen, wobei ich Sorge trug, nur die innern Theile des Kieſes, und keine ſolchen zu nehmen, welche ſchon zerſetzt, oder mit fremdartigen Theilen vermiſcht zu ſeyn ſchienen. Was übrig blieb, wenn der Schwefel von der ganzen analyſirten Maſſe abgezogen wurde, nahm ich für reguliniſches Eiſen; und damit ſtimmte die Menge des ſchwarzen Eiſenoxyds, welches jede einzelne Analyſe gab, bis auf wenige Bruchtheile überein. Das Eiſen in dieſen

in der Regel 139 bis 140 Gr. ſchwarzen Eiſenoxyds, weil an der Oberfläche etwas Eiſen ſich im Maximo, bis zum braunen Oxyd, oxydirte. *Gilb.*

*) Etwas Schwefel ging im Schwefel-Waſſerſtoffgas mit fort; in den Schwefelkieſen fand Herr Prouſt, (ſ. S. 52,) ſtets einige fremdartige Theile: Thonerde, Kieſelerde und häufig etwas Eiſenoxyd. *Gilb.*

Schwefelkiefen iſt daher völlig reguliniſch. Nach dieſen Verſuchen

| | enthalten in 100 Theilen |
|---|---|
| Dodecaedriſcher Schwefelkies mit fünfeckigen Seitenflächen; ſpecifiſches Gewicht 4,830 | Schwefel 52,15 Th.<br>Eiſen 47,85 |
| Schwefelkies in Geſtalt geſtreifter Würfel | Schwefel 52,5<br>Eiſen 47,5 |
| Schwefelkies in glatten polirten Würfeln aus dem Topfſteine, der den Magnetkies in Wales begleitet; ſpec. Gew. 4,831 | Schwefel 52,7<br>Eiſen 47,3 |
| Strahlkies; ſpecifiſches Gewicht 4,698 | Schwefel 53,6<br>Eiſen 46,4 |
| Strahlkies, eine kleinere Varietät; ſpec. Gewicht 4,775 | Schwefel 54,34<br>Eiſen 45,66 |

Bei der Verſchiedenheit der Figur, des Glanzes und der Farbe dieſer Schwefelkiefe hatte ich erwartet, eine viel gröfsere Verſchiedenheit in dem Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile zu finden; da dieſes alles Reſultate aus mehrern Verſuchen ſind, ſo läſst ſich an der Richtigkeit der Beſtimmungen nicht zweifeln.

Ihnen zu Folge enthalten dieſe zerlegten Schwefelkiefe im Mittel 53,24 Theile Schwefel in 100 Theilen. Die kubiſch und dodecaedriſch kryſtalliſirten ſcheinen ein klein wenig Schwefel weniger als die Strahlkiefe, und etwas Eiſen mehr als ſie zu enthalten. Der Magnetkies hat in 100 Theilen nur 36,5 oder 37 Theile Schwefel. *) Der Magnetkies

*) Klaproth's Beſtimmung der Beſtandtheile des ſchwefelſauren Baryts zu Folge, erſterer im Mittel

ist folglich als Schwefeleisen wesentlich verschieden von den gewöhnlichen Schwefelkiesen; und wir werden gleich sehen, dass ein Schwefel-Eisen von diesem Verhältnisse der Bestandtheile, bis jetzt als Produkt der Natur noch unbekannt war.

Ein so gemeines Mineral der Schwefelkies auch ist, so kennt man seine wahre Natur doch noch nicht sehr lange. Agricola, dessen mineralogische Kenntnisse für seine Zeit ausnehmend gros waren, wusste nicht, dass er Eisen enthält; dies lehrte, wie Henkel angiebt, zuerst unser Landsmann, Martin Lister, Mitglied dieser Societät, welcher sagt: „*Pyrites purus putus ferri metallum est.*“ Seit Henkel haben sich die Chemiker um den Schwefelkies wenig bekümmert, bis vor einigen Jahren der gelehrte Professor der Chemie zu Madrit, Herr Prousst, seine beiden Abhandlungen über die Schwefelmetalle, und das Schwefel-Eisen insbesondere, bekannt gemacht hat. Ihnen zu Folge giebt es zwei verschiedene Verbindungen des Eisens mit dem Schwefel. In 100 Theilen enthält

die 1ste { 37,5 Th. Schwefel / 62,5 Th. Eisen  die 2te { 47,36 Th Schwef. / 52,64 Th. Eisen

Jene ist Schwefel-Eisen im *Minimum*, diese im *Maximum* mit Schwefel verbunden. Die erste Mischung ist die des künstlichen Schwefel-Eisens, welches man in den Laboratorien zur Entbindung von Schwefel-

nur 49,57, letzterer 35,7 Theile Schwefel, welches auf 100 Theile Eisen, in ersterm 99 Theile, in letzterm 56 Theile Schwefel giebt. *Gilb.*

Wafferſtoffgas bereitet; ihr Verhältniſs iſt unveränderlich, und man hat ſie nach Herrn Prouſt *im Mineralreiche noch nicht entdeckt.* Die zweite Miſchung iſt die der Schwefelkieſe; in ihr kann etwas Schwefel mehr oder weniger vorkommen. [Vergl. S. 47, Anm.] Beide unterſcheiden ſich weſentlich von einander durch ihre äuſsern Charaktere und durch ihr chemiſches Verhalten. *)

An dieſe Reſultate der Arbeiten des Herrn Prouſt ſchlieſsen ſich die Reſultate der gegenwärtigen Unterſuchung auf das ſchönſte an. Auch der Magnetkies unterſcheidet ſich weſentlich von den Schwefelkieſen durch Farbe und Härte, durch ſeine Auflöslichkeit in Schwefel- und in Salzſäure unter ſtarker Entbindung von Schwefel-Wafferſtoffgas; dadurch, daſs er in 100 Theilen nur 36 oder 37 Theile Schwefel enthält: alles Eigenſchaften, worin er völlig mit dem künſtlichen Schwefel-Eiſen

*) Dieſes ſtatt des weitläufigen und vollſtändigen Auszugs, welchen Herr Hatchett aus den Abhandlungen giebt, die ich dem Leſer im vorigen Aufſatze vorgelegt habe. Daſs Herr Prouſt ſich bei Beſtimmung der Beſtandtheile der Schwefelkieſe geirrt hat, und daſs ſeinen eignen Verſuchen zu Folge, das Schwefel-Eiſen im *Maximo* in 100 Theilen 50 Th. Schwefel und 50 Th. Eiſen enthält, habe ich S. 56 Anm. gezeigt. Herrn Hatchett's Analyſe giebt nahe daſſelbe, (S. 66 Anm.,) und Herrn Prouſt's beide Verſuche S. 45 zeigen, daſs hier bei ihm nicht auf eine Genauigkeit bis auf ein Hundertel zu rechnen iſt. *Gilb.*

überein ſtimmt. Offenbar iſt alſo der Magnetkies von einerlei Art mit dieſem Schwefel-Eiſen, welches man bisher noch nicht in der Natur aufgefunden hatte, und für ein bloſses Produkt unſrer Laboratorien hielt.

Um mich hiervon auch durch eigene Anſicht zu überzeugen, bildete ich künſtliches Schwefel-Eiſen aus Schwefel und feinem Eiſendraht, die ich zuſammen ſchmelzte. Es kam in allen charakteriſtiſchen Eigenſchaften mit dem Magnetkieſe überein; und als ich es in Schwefelſäure oder Salzſäure auflöſte, ſchlugen Ammoniak und blauſaures Kali daraus das Eiſen genau mit derſelben Farbe, als aus den Auflöſungen des Magnetkieſes nieder. Das ſpecif. Gewicht war 4,39; das des Magnetkieſes 4,518.

Ganz unſtreitig iſt alſo der Magnetkies natürliches Schwefel-Eiſen von vollkommen gleicher Art wie das, welches bisher nur als ein Produkt der Kunſt bekannt war.

### *Magnetismus.*

Noch iſt indeſs, um völlige Ueberzeugung zu bewirken, eine Frage zu beantworten, nämlich: in wie weit beide, der Magnetkies und das künſtliche Schwefel-Eiſen, in der Eigenſchaft überein ſtimmen, den Magnetismus anzunehmen und zurück zu behalten.

Die Schwefelkieſe ſo gut als der Magnetkies, enthalten, wie wir geſehen haben, das Eiſen reguliniſch, und zwar in ſehr bedeutender Menge. Und

doch habe ich sie auf die Magnetnadel nie im mindesten wirken sehen, finde dieses auch in keinem einzigen Werke bemerkt. Folglich schien der Schwefel das metallische Eisen unfähig zu machen, auf den Magnet zu wirken, oder magnetische Polarität anzunehmen. Allein der Magnetkies, welcher 36,5 bis 37 Procent Schwefel dem reguliniſchen Eisen chemisch beigemischt enthält, (und nichts weniger, als Schwefelkies mit eingesprengtem Magneteisen ist,) besitzt, wie wir gesehen haben, alle magnetische Eigenschaften, welche man bisher in bedeutendem Grade nur den bekannten Magnet-Eisenerzen eigen glaubte. Dieses merkwürdige Verhalten veranlasste mich, folgende Versuche über den *Einfluſs* anzustellen, *welchen Schwefel auf die Fähigkeit des metallischen Eisens, zum Magnet zu werden, ausübt.*

Ich bereitete aus feinem Eisendraht, der mit einer grosen Menge Schwefel in mäſsiger Rothglühehitze erhalten wurde, künstliches Schwefel-Eisen. Im Innern waren die Farbe und der Glanz desselben denen des Magnetkieses nicht unähnlich. Nachdem die Masse wenige Stunden zwischen zwei Magnetstäben erhalten worden war, äuſserte sie eine so starke Polarität, dass sie die Nadel durch Anziehen, wie durch Abstoſsen ringsum im Kreise trieb; und obschon es mehrere Wochen her ist, dass diese Masse sich selbst überlassen liegt, so hat sich ihre magnetische Kraft seitdem nur wenig verringert. Doch hat sie, gleich dem Magnetkiese in seinem natür-

lichen Zuſtande, nicht Kraft genug, Eiſenfeile anzuziehen und aufzuheben. — Gerade auf dieſelbe Art verhielt ſich eine zweite Maſſe künſtlichen Schwefel-Eiſens.

Ich pulverte nun etwas von dieſem Schwefel-Eiſen, vermiſchte es mit viel Schwefel und deſtillirte es in einer Retorte, indem ich die Hitze ſo verſtärkte, daſs endlich die ganze Kugel der Retorte roth glühte. Hierdurch hatte zwar das gepulverte Schwefel-Eiſen ſehr nahe das Anſehen von gepulvertem Schwefelkies angenommen; in ſeinen chemiſchen Eigenſchaften, (der Auflöslichkeit in Salzſäure unter Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas und in der Natur der Niederſchläge mit Ammoniak und blauſaurem Kali,) glich es aber noch völlig dem Magnetkieſe; auch fand ſich bei der Analyſe, daſs es 0,35 Schwefel und 0,65 Eiſen enthielt. Der Magnet zog das Pulver ſehr ſtark an; auch aus andern Umſtänden lieſs ſich ſchlieſsen, daſs es in der Fähigkeit für den Magnetismus nichts verloren habe.

Hieraus iſt alſo offenbar, daſs 35 bis 37 Procent Schwefel, die mit Eiſen chemiſch verbunden ſind, das Eiſen nicht hindern, zum Magnet zu werden, und ſolches zu bleiben.

*Schwarzes Eiſenoxyd* verbindet ſich mit Schwefel durch ein einmahliges Schmelzen nicht ſo gut als Eiſenfeile. Ein zweites Schmelzen verwandelt aber die Maſſe in ein Schwefel-Eiſen, welches im Aeuſsern und in ſeinem chemiſchen und magnetiſchen

Verhalten völlig mit dem eben beſchriebenen Schwefel-Eiſen überein ſtimmt. Offenbar reducirt ſich alſo das Eiſen in dieſem Prozeſſe allmählig, und es wird durchgehends, oder wenigſtens dem gröſsten Theile nach, völlig reguliniſch. Faſt eben ſo verhielt ſich feiner grauer Eiſenglanz aus Schweden.

Ich hatte 50 Gran gepulverten Magnetkieſes mit 150 Gran Schwefel in einer Retorte der Deſtillation unterworfen, bis die Kugel mäſsig roth glühete. Der Kies wog nun 54,4 Gran, hatte ſich alſo mit 9 Procent Schwefel verbunden, und beſtand daher in 100 Theilen aus 45,5 oder 46 Th. Schwefel. *) Das Pulver war grünlich-gelb, dem des gewöhnlichen Schwefelkieſes ſehr ähnlich. Es löſte ſich zwar in Salzſäure zum Theil auf, gab dabei aber gar kein Schwefel-Waſſerſtoffgas; die Niederſchläge durch Ammoniak und blauſaures Kali waren ganz dieſelben wie vom Magnetkies. Ungeachtet das deſtillirte Pulver ſich noch mit 9 Procent Schwefel verbunden hatte, ſo wurde es doch noch *durchgehends von einem Magnete angezogen und aufgehoben.* Es iſt allerdings auffallend, daſs dieſer Kies, der 45 bis 46 Procent Schwefel enthielt, vom Magnet noch aufgehoben wurde, während die Schwefelkieſe, die

*) Das Eiſen war alſo noch nicht durchgehends mit Schwefel im *Maximo* verbunden, wodurch meine Vermuthung, S. 56, Anm., zur Gewiſsheit wird. Auch ſcheint auf dieſem Umſtande die magnetiſche Eigenſchaft deſſelben, die Herrn Hatchett ſo ſehr auffallend iſt, zu beruhen. *Gilb.*

ebenfalls reguliniſches Eiſen, aber 52 Procent Schwefel enthalten, auf die Magnetnadel keine merkliche Wirkung äuſsern. Wir müſſen indeſs hieraus ſchlieſsen, daſs die Empfänglichkeit des Eiſens für magnetiſche Wirkungen durch Beimiſchung von Schwefel erſt dann zerſtört wird, wenn der Antheil an Schwefel eine beſtimmte Gränze überſteigt, und daſs dieſes bei 46 Procent Schwefel noch ſehr wenig oder gar nicht, dagegen bevor der Schwefel auf 52 Procent ſteigt, vollſtändig der Fall iſt. Die genaue Gränze habe ich bis jetzt noch nicht durch Verſuche aufgefunden. *)

In Hinſicht auf die Empfänglichkeit des Eiſens für den Magnetismus ſcheint Schwefel eben ſo als

*) Ein ſolcher plötzlicher Sprung in Null, ohne allmähliges Verſchwinden würde in der That an das Wunderbare gränzen; allein in dieſer Folgerung ſcheint ſich Herr Hatchett zu irren. Daſs der natürliche Schwefelkies keiner magnetiſchen Wirkung empfänglich iſt, kann zweierlei Gründe haben: *Einmahl* kann wirklich alle magnetiſche Eigenſchaft im Eiſen, das mit gleichen Theilen Schwefel chemiſch verbunden iſt, erlöſchen; Hrn. Hatchett's künſtliches Schwefelkiespulver iſt aber eine Mengung von Schwefel-Eiſen im *Minimo* und im *Maximo*. *Oder:* es könnte der Zuſtand der Aggregation ſeyn, der das künſtliche Kiespulver eben ſo für die Einwirkung des Magnets, wie für die Wirkung der Salzſäure empfänglich gemacht hätte, indeſs den natürlichen Schwefelkieſen ihr Aggregationszuſtand für beide die Empfänglichkeit benähme. *Gilb.*

*Kohlenſtoff* zu wirken. Weiches Eiſen nimmt, wie bekannt, den Magnetismus ſehr ſchnell an, vermag ihn aber nicht ſo zurück zu behalten, daſs es zum Magnete werden könnte. Soll dieſes geſchehen, ſo muſs dem Eiſen ein gewiſſer Antheil Kohlenſtoff beigemiſcht ſeyn, durch den es hart und ſpröde wird, oder mit andern Worten, es muſs zum Stahle werden. Eben ſo hat die brüchige Maſſe, welche durch Verbindung des Eiſens mit Schwefel entſteht, ſie ſey von der Natur oder durch Kunſt gebildet, die Fähigkeit, die magnetiſche Kraft zurück zu behalten, und als ein vollkommener Magnet zu wirken.

Dieſes veranlaſste mich, auch die Wirkung des *Phosphors* in dieſer Hinſicht zu unterſuchen, beſonders da ich bei Herrn Pelletier *) fand, daſs der Magnet das Phosphoreiſen anzieht. Ich brachte daher Eiſendraht in einem Tiegel zum mäſsigen Rothglühen, und warf klein geſchnittene Phosphorſtückchen darauf. Es erſchien die bekannte glänzend weiſse Flamme, das Eiſen ſchmolz ſogleich, und verwandelte ſich vollſtändig in ein weiſses, ausnehmend ſpröde und hartes Phosphoreiſen, das auf dem Bruche ſtreifig ſchien *(with a ſtriatet grain)*. Der Magnet zog die Stückchen deſſelben mächtig an, und nachdem ich 2 oder 3 der gröſsten Stücke wenige Stunden zwiſchen Magnetſtäben erhalten hatte, fand ich zu meiner Freude, daſs ſie

*) *Annales de Chimie*, t. 13, p. 114.

kräftige Magnete geworden waren, die nicht nur die Magnetnadel durch Anziehung oder Abstofsung in die Runde umher trieben, sondern auch Eisenfeile und kleine Stückchen sehr feinen Klavierdrahts aufhoben. Noch jetzt, nach 3 Wochen, haben sie ihre volle Kraft, welche die Magnete ihnen mitgetheilt hatten.

Die drei verbrennlichen Körper, *Kohlenstoff*, *Schwefel* und *Phosphor*, die in ihrer chemischen Wirkung auf das Eisen in mancher Hinsicht einander ähnlich sind, kommen also auch darin überein, dafs sie das Eisen fähig machen, die Kraft des Magnetismus zurük zu behalten. Doch hiervon mehr in den Schlufsbemerkungen.

*Resultate.*

1. Der *Magnetkies*, den man bis jetzt nur in Sachsen und an wenig andern Orten gefunden hatte, ist auch ein brittisches Mineral. Er bildet in Carnarvonshire ein Lager von bedeutender Länge, Mächtigkeit und Teufe.

2. Seine Bestandtheile sind Schwefel und metallisches Eisen. Vom erstern enthält er in 100 Theilen 36,5 oder 37, vom letztern 63,5 oder 63 Th.

3. Die physischen und chemischen Eigenschaften desselben sind wesentlich verschieden von denen der *Schwefelkiese*, obschon auch sie Verbindungen von Schwefel und metallischem Eisen sind, und zwar im Mittel in 100 Theilen, von 53½ Th. Schwefel mit 46½ Th. metallischen Eisens.

4. Der Magnetkies ſtimmt in ſeinen Beſtandtheilen, und in allen chemiſchen und phyſiſchen Eigenſchaften mit dem *Schwefel-Eiſen* überein, welches bisher allein als ein Produkt der Kunſt bekannt war. Beide ſind daher unbezweifelt Körper von derſelben Art, und wir ſind berechtigt, mit Herrn Prouſt zu ſchlieſsen, daſs das Verhältniſs ihrer Miſchung von einem conſtanten Geſetze abhängt, dem die Bildung derſelben auch in der Natur, auf naſſem Wege, unterworfen iſt.

5. Bei der Bildung der gewöhnlichen Schwefelkieſe findet eine Abweichung von dieſem Geſetze Statt; der Schwefel wird der vorwaltende Beſtandtheil, ſeine Menge iſt aber variabel. In dem von mir zerlegten überſtieg er nicht 54,34 Procent, doch iſt es ſehr möglich, daſs er in andern noch nicht analyſirten Schwefelkieſen noch in gröſserer Menge vorhanden iſt. *)

6. Schwefel Eiſen, natürliches und künſtliches mit 36,5 bis 37 Procent Schwefel, iſt des Magnetismus fähig und behält denſelben zurück, ſo daſs es in jeder Hinſicht bleibend zum Magnete wird. Daſſelbe läſst ſich faſt eben ſo von künſtlichem Schwefel-Eiſen behaupten, welches 45,5 Procent Schwefel enthält.

7. Ueber dieſe Gränze von 45,5 oder 46 Procent hinaus, (im natürlichen Schwefelkieſe,) ſcheint

*) Dieſe Ausſagen ſind minder richtig als die unter den vier vorher gehenden Nummern. S. S. 68, Anmerk. *Gilb.*

alle Empfänglichkeit für magnetiſche Einflüſſe zerſtört zu ſeyn. Die genaue Gränze, wobei dieſes Statt findet, iſt zwar noch nicht durch Verſuche bekannt, aber doch iſt es gewiſs, (?) daſs dieſe Gränze zwiſchen 45,5 und 52,15 Procent liegt; es ſey denn in den gewöhnlichen Schwefelkieſen, ſey der Zuſtand des Schwefels oder des Eiſens auf eine unbekannte Art verändert worden. *)

8. So wie Kohlenſtoff in ſeiner Verbindung mit Eiſen (zu Stahl) das Eiſen fähig macht, bleibend zum Magnet zu werden; ſo thut dieſes auch nicht nur ein gewiſſer Antheil Schwefel, ſondern auch ein gewiſſer Antheil Phosphor. Phosphor-Eiſen wird zu den mächtigſten Magneten, wenigſtens zu ſtärkern als das Schwefel-Eiſen.

9. Kohlenſtoff, Schwefel und Phosphor kommen alſo auch in dieſer ihrer Wirkung auf das Eiſen, wie in ſo manchen chemiſchen überein, und man muſs auſser dem Stahle, (kohlenſtoffhaltigem Eiſen,) auch gewiſſe Arten Schwefel-Eiſen und Phosphor-Eiſen als Körper aufführen, welche einer ſtarken Mittheilung des Magnetismus vorzüglich empfänglich ſind.

### *Einige Bemerkungen.*

1. Ich habe durch meine chemiſchen Analyſen bis jetzt keinen allmähligen Uebergang vom Magnet-

*) Man vergl. die Anmerkungen S. 72 und 73.
*Gilb.*

kiefe zu den Schwefelkiefen entdecken können. Erfterer enthält 36,5 oder 37 Procent Schwefel. Die geringfte Menge Schwefel, welche ich in den letztern gefunden habe, beträgt 52,15, die gröfste Menge 54,34 Procent, fo verfchieden an Geftalt, Glanz, Farbe und Härte auch die Schwefelkiefe waren, welche von mir zerlegt worden find.

Herr Prouft fcheint feine Behauptung, dafs die Schwefelkiefe genau um die Hälfte Schwefel mehr, als das Schwefel-Eifen im Minimum enthalten, — diefes auf 100 Th. Eifen 60 Th., (37,5 Procent,) jene 90 Theile, (47,36 Procent,) Schwefel, — auf Refultate zu gründen, welche ihm feine fynthetifchen Verfuche auf trockenem Wege gegeben haben. Bedenkt man indefs, wie fchwer hohe Grade von Temperatur fich reguliren laffen, und welch eine Menge von Veränderungen in der relativen Ordnung der Verwandtfchaften in der Regel durch Veränderungen der Grade der Hitze entftehen müffen, fo können wir, wie es mir däucht, uns nicht mit völliger Gewifsheit auf fynthetifche Verfuche, die auf trockenem Wege gemacht find, verlaffen, wofern fie nicht durch analytifche Verfuche mit denfelben Subftanzen controllirt und berichtigt werden. Aus den beiden Auffätzen des Herrn Prouft geht aber nicht hervor, dafs er in Hinficht der Analyfe mehr gethan, als den kubifchen und octaë drifchen Schwefelkies, der fich bei Soria findet, der Deftillation unterworfen hat. Er erhielt aus ihm 20 Procent Schwefel; und da der

Rückſtand die Eigenſchaften des gemeinen Schwefel-Eiſens der Laboratorien beſaſs, ſo ſchloſs er, daſs der in der Deſtillation erhaltene Schwefel der Ueberſchuſs über den ſey, welcher zur Bildung des Schwefel-Eiſens erfordert wird. Er beſtimmte daher auf ſynthetiſchem Wege die Zuſammenſetzung dieſes Schwefel-Eiſens, und fand in 100 Theilen deſſelben 37,5 Schwefel und 62,5 Eiſen, oder auf 100 Theile Eiſen 60 Theile Schwefel. Späterhin bildete er aus 200 Gran Eiſenfeile 318 Gran dieſes Schwefel-Eiſens, und aus dieſen 378 Gran einer Subſtanz, welche in allem, bis auf die Dichtigkeit, mit den gemeinen Schwefelkieſen überein ſtimmte.

Es iſt indeſs zu bedauern, daſs Herr Prouſt die Schwefelkieſe von Soria und ihren Rückſtand nach der Deſtillation keiner regelmäſsigen Analyſe unterworfen hat. Denn, wofern ſie nicht von ganz anderer Art als die ſind, welche ich unterſucht habe, ſo würde er höchſt wahrſcheinlich den Antheil an Schwefel gröſser gefunden haben, als er ihn für alle natürliche Schwefelkieſe angiebt. Dieſes iſt wenigſtens ſehr wahrſcheinlich, wenn man zugiebt, daſs die meiſten oder alle Schwefelkieſe auf naſſem Wege entſtanden ſind, auf welchem begreiflich ein gröſserer Antheil an Schwefel ſich in die Verbindung einführen läſst, als in hohen Temperaturen möglich iſt. Die Reſultate meiner Analyſen beſtärken mich in dieſer Meinung; denn ſtatt 47,36 Procent Schwefel und 52,64 Procent Eiſen zu finden,

erhielt ich im Mittel umgekehrt 53,24 Procent Schwefel und 46,76 Procent Eisen. *)

2. Herr Prouſt äuſserte die Meinung, die Schwefelkieſe, welche am meiſten Schwefel enthalten, möchten ſich wohl am leichteſten *vitrioliſiren*, indeſs die, welche am reichſten an Schwefel ſind, am wenigſten von Luft und Wetter angegriffen würden. **) Dieſes ſtimmt indeſs mit den Beobachtungen, welche ich zu machen Gelegenheit gehabt habe, nicht überein. Die kubiſchen, die dodecaëdriſchen und andre regelmäſsig kryſtalliſirte Schwefelkieſe ſind der Oxydirung ausgeſetzt, ſo daſs

*) Herrn Hatchett ſcheint der Widerſpruch nicht aufgefallen zu ſeyn, in welchem Herrn Prouſt's ſynthetiſcher Verſuch mit künſtlichem Schwefelkieſe aus Eiſen und Schwefel erzeugt, mit ſeinen frühern analytiſchen und ſynthetiſchen Verſuchen über die natürlichen Schwefelkieſe ſteht, auf den ich S. 56, Anm., aufmerkſam gemacht habe, und über den ein ähnlicher Verſuch des Herrn Hatchett S. 72, Anm., allen Zweifel benimmt. Hält man hiermit das zuſammen, was ich S. 68 in der Anmerkung berührt habe, ſo ſcheinen die hier geäuſserten Bedenken des Herrn Hatchett wegzufallen, und allerdings auch das Miſchungsverhältniſs, wornach Eiſen und Schwefel im Schwefelkieſe, oder im Schwefel-Eiſen im Maximo an einander chemiſch gebunden ſind, feſt, und unverändert daſſelbe zu ſeyn. *d. H.*

**) Man vergl. S. 48. *d. H.*

dafs ſie zu ſo genannten *Leberkieſen* [*fer hépathique Pyrites fuscus*] werden, vitrioliſiren ſich aber nicht; während die Strahlkieſe, (wenigſtens in unſern Gegenden,) ſich bei weitem am leichteſten vitrioliſiren. Jene enthalten aber nach meinen Analyſen weniger Schwefel als dieſe, daher ich eher die umgekehrte Meinung annehmen möchte. Doch ich bin geneigt, die Urſache, dafs einige Schwefelkieſe ſich ſo leicht vitrioliſiren, nicht ſo ſehr in dem Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile, als vielmehr in dem Zuſtande des Schwefels in ihnen zu ſuchen, und möchte glauben, dafs dieſe Neigung zum Vitrioliſiren auf einem kleinen Antheil von Sauerſtoff beruhe, der ſich ſchon vorläufig bei der Bildung dieſer Kieſe mit einem Theile des Schwefels, oder mit der ganzen Maſſe deſſelben verbunden hat, und dafs dadurch die Oxydirung eingeleitet und erleichtert werde. Wir haben ein Beiſpiel einer ähnlichen Wirkung an dem Phosphor, den man, (wie man zu ſagen pflegt,) halb verbrennt, um daraus die Phosphor-Fläſchchen zu bereiten. Die Neigung, zu vitrioliſiren, welche man in manchen halb geröſteten ſchwefelhaltigen Erzen wahrnimmt, ſcheint mir ebenfalls hierauf zu beruhen, und nicht auf der bloſsen Verminderung des urſprünglichen Gehalts an Schwefel, oder auf der unmittelbaren Verwandlung eines Antheils Schwefel in Schwefelſäure. Doch ich gebe dieſe Meinung noch für nichts mehr, als eine wahrſcheinliche Vermuthung aus, über welche künftige Verſuche und Beobachtungen uns belehren müſſen.

3. Die *magnetiſchen Eigenſchaften* des Schwefel-Eiſens, welche den Hauptgegenſtand dieſes Aufſatzes ausmachen, verdienen vorzüglich bemerkt zu werden. Denn noch in keinem Werke oder Aufſatze über den Magnetismus habe ich den entfernteſten Wink darüber gefunden, daſs Eiſen, wenn es mit Schwefel verbunden iſt, die Fähigkeit beſitzt, den Magnetismus anzunehmen und bleibend zu behalten. Aus dem Verhalten der gewöhnlichen Schwefelkieſe hätte man vielmehr ſchlieſsen ſollen, daſs der Schwefel dieſe Fähigkeit dem Eiſen benehme; und dies ſcheint auch die Meinung der Mineralogen zu ſeyn, deren keiner unter den phyſikaliſchen Eigenſchaften dieſes Minerals das Vermögen, vom Magnete angezogen zu werden, oder auf die Magnetnadel zu wirken, anführt. Zwar ſtellen Werner, Widenmann, Emmerling und Brochant den Magnetkies neben die Schwefelkieſe, aber bisher wuſste niemand mit Gewiſsheit, ob der Magnetismus dem Kieſe, oder nicht vielleicht kleinen eingeſprengten Theilen gewöhnlichen Magneteſteins einwohne. Das letztere war wahrſcheinlich die Meinung des Herrn Hauy; denn in ſeiner groſsen Mineralogie, welche vor kurzem erſchienen iſt, finde ich den Magnetkies nirgends erwähnt, weder unter den Schwefelkieſen noch unter den übrigen Eiſenerzen.

Eine groſse Menge von Mineralien, ja ſelbſt einige Edelſteine, äuſsern eine ſchwache Anziehung auf die Magnetnadel, und nehmen zuweilen einen

geringen Grad von Polarität an, (*Cavallo on Magnetism*, p. 73.) Da man aber dieſe wundervolle Eigenſchaft recht deutlich und mächtig nur in Einer Art von Eiſenerz wahrnahm, ſo hat man dieſe vorzugsweiſe *den Magnet* genannt; gewöhnlich giebt man an, ſie beſtehe aus Eiſen mit 10 bis 20 Procent Sauerſtoff verbunden. *)

Die Thatſachen, welche ich hier mitgetheilt habe, lehren uns ein Mineral kennen, das von dem Magnete in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung ſehr verſchieden ſcheint, [da es aus Schwefel und Eiſen beſteht,] ihm aber doch an Kraft ſehr nahe kömmt, und das ſich auch in unſerm Königreiche, auf einem ziemlich ausgedehnten, nördlich ſtreichenden und mehrere Fuſs breiten und mächtigen Lager findet. Meine Verſuche mit künſtlich bereiteten Subſtanzen derſelben Art belehren uns, daſs dieſes Mineral bei einem Antheile von 37 Procent Schwefel des Magnetismus in ſehr ausgezeichnetem Grade fähig iſt; daſs ſelbſt, wenn der Antheil Schwefel noch höher ſteigt, der Magnet Körper von dieſer Miſchung noch ſtark anzieht; daſs es aber eine Gränze giebt, (die wahrſcheinlich zwiſchen 45 und 52 Procent Schwefel liegt,) über welche hinaus dieſe Wirkung aufhört. Eben ſo haben uns die vorher gehenden Verſuche belehrt, daſs Eiſen in ſeiner chemiſchen Vereinigung mit Phosphor,

*) Ich denke der Societät in einer Abhandlung einige vergleichende Analyſen mehrerer Varietäten des Magnets künftig mitzutheilen. *Hatch.*

gleichfalls eines hohen Grades von Magnetismus empfänglich ist. Da nun der Stahl, mit welchem beide in dieser Hinsicht Aehnlichkeit haben, Eisen mit Kohlenstoff verbunden ist, so wird uns hier eine merkwürdige Uebereinstimmung in den Wirkungen offenbar, welche Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor auf das Eisen haben.

Kohlenstoff in gröfserer Menge mit Eisen verbunden, bildet dasjenige Kohlenstoff-Eisen, welches wir *Reifsblei* nennen; einen brüchigen, in Salzsäure nicht auflöslichen, und mit keiner magnetischen Eigenschaft begabten Körper. Geringere Mengen von Kohlenstoff mit Eisen verbunden, bilden die verschiedenen Arten von Kohlenstoff-Eisen, welche zwischen dem *schwarzen Gufseisen* und dem *weichen Gufsstahle* zwischen liegen; *) sie sind alle mehr oder weniger spröde, in Salzsäure auflös-

*) Nach Herrn Mushet, (*Philos. Magazine*, Vol. 13, p. 142,) entstehn folgende Produkte, (welche Herr Thomson in seiner Chemie, Vol. 1, p. 165, für *Subcarburets of iron* erklärt,) wenn das Eisen sich allmählig mit immer mehr Kohlenstoff schwängert:

Eisen mit $\frac{1}{100}$ ; $\frac{1}{80}$ ; $\frac{1}{60}$ ; $\frac{1}{50}$ Kohlenst.
ist Gufsstahl: weicher; gemeiner; dit. härter; dit. zum Drahtziehn zu hart.

Eisen mit $\frac{1}{30}$ ; $\frac{1}{25}$ ; $\frac{1}{15}$ Kohlenstoff
ist Gufseisen: weifses ; geflecktes ; schwarzes

Wenn der Antheil an Kohlenstoff auf ungefähr $\frac{1}{60}$ steigt, soll die Härte am gröfsten seyn. *Hatchett.*

lich, und fähig, den Magnetismus anzunehmen; mehr und minder; einige in dem Grade, dafs fie die mächtigften Magnete find, welche man bis jetzt entdeckt hat.

Schwefel verbindet fich gerade fo mit dem Eifen. Macht er die gröfsere Menge aus, fo entfteht der gewöhnliche *Schwefelkies*, der brüchig ift, fich in Salzfäure gar nicht oder nur höchft wenig auflöft, und keiner magnetifchen Eigenfchaft empfänglich zu feyn fcheint. Macht er die kleinere Menge aus, fo wird die Verbindung ein *Schwefel-Eifen*, das zwar brüchig, aber in Salzfäure auflöslich und eines fehr ftarken Magnetismus fähig ift.

Phosphor macht ebenfalls Eifen, mit dem er verbunden wird, fpröde, zugleich aber empfänglich, die Eigenfchaften eines Magnets in ausgezeichnetem Grade anzunehmen. Es ift vielleicht nicht übereilt, den vorigen Analogieen zu Folge zu vermuthen, auch der Phosphor möge fich noch in gröfserer Menge mit dem Eifen verbinden laffen, und diefem dann die Fähigkeit benehmen, zum Magnete zu werden.

Auch zweifle ich gar nicht, dafs weitere Verfuche lehren werden, dafs es für das Kohlenftoff-Eifen, für das Schwefel-Eifen und für das Phosphor-Eifen gleichmäfsig, für jedes ein gewiffes Verhältnifs der Mifchung giebt, bei dem ein Maximum des Magnetismus, deffen fie empfänglich find, eintritt. Wenn man diefe Maxima wird aufgefunden haben, fo dürfte es lehrreich feyn, die magnetifche Kraft des Stahls, des Schwefel-Eifens und

des Phosphor-Eisens einzeln und in ihren Verbindungen mit einander zu vergleichen; auch ähnliche Versuche mit chemischen Verbindungen des Eisens mit zwei oder mit allen dreien dieser verbrennlichen Körper anzustellen, [wenn es deren giebt.] Auf jeden Fall öffnet sich hier ein weites noch unerforschtes Feld der Untersuchung, das uns vielleicht auf wichtige Zusätze zur Geschichte des Magnetismus führt; eines Zweigs der Naturkunde, die in den letzten Jahren nur wenig [?] bereichert worden ist, und ungeachtet wir in der Kenntnifs der Natur jetzt so schnell fortschreiten, doch immer noch in Dunkel gehüllt ist.

# V.

## VORLÄUFIGE NACHRICHT

### *von einer Reihe chemiſch-magnetiſcher Verſuche des Herrn* TIMOTHEUS LANE. *)

Herr Timotheus Lane hat in einem der königl. Societät zu London vorgelegten Aufſatze darzuthun verſucht, daſs Eiſenoxyde weder für ſich magnetiſch ſind, noch es dadurch werden, daſs man ſie mit verbrennlichen Subſtanzen mechaniſch

*) Entlehnt aus dem *Monthly Magazine*, Dec. 1805. Herrn Lane's Aufſatz ſelbſt habe ich mir noch nicht verſchaffen können. Der Ausdruck: *magnetiſch ſeyn*, iſt zweideutig und führt eigentlich auf einen andern Begriff, als Hr. Lane bezeichnen zu wollen ſcheint. Wahrſcheinlich verſteht er darunter, (wie aus einer Vergleichung ſeiner Verſuche mit denen von Hatchett erhellt,) bloſs: vom Magnete angezogen werden; nicht: ſelbſt Eiſen anziehen, und Polarität äuſsern. Auch wenn wirklich Eiſen vom Magnete nur in ſo fern angezogen würde, als es in dem Augenblicke ſelbſt ein Magnet wird, dürfte es doch ſchicklicher ſeyn, einen Körper, der bloſs dem Magnete folgt, *Empfänglichkeit für Magnetismus*, und nicht ſchon *Magnetismus* ſelbſt zuzuſchreiben, da er die eigentlichen magnetiſchen Kräfte erſt durch Mittheilung oder auf andere Weiſe erhalten muſs. *Gilb.*

mengt, ſondern daſs dazu eine chemiſche Verbindung beider Arten von Körpern durch Hitze weſentlich erfordert wird, und daſs, wenn aus dieſer Verbindung der verbrennliche Körper durch gröſsere Hitze abgeſchieden wird, das Eiſenoxyd ſich ſogleich wieder in einem unmagnetiſchen Zuſtande befindet. Wiederhohlte Verſuche haben Hrn. Lane belehrt, daſs Hitze allein das Oxyd nie magnetiſch zu machen vermag, daſs aber ſtets, wenn man das Oxyd mit einem verbrennlichen Körper erhitzt, einige Theilchen des Oxydes magnetiſch werden.

Er vermengte einige Eiſenoxyde mit Kohlenſtaub und rieb ſie in einem gläſernen Mörſer eine Zeit lang zuſammen; ſie erhielten keine Spur von Magnetismus. Er füllte darauf die Mengung in den Kopf einer thönernen Tabakspfeife, ſetzte dieſen zwiſchen die glühenden Kohlen eines gewöhnlichen Feuers, und nahm ihn heraus, ſo bald er anfing roth zu glühen. Das Pulver ſchüttete er auf einen glaſirten Dachziegel aus, und fand es, ſo bald es erkaltet war, in hohem Grade magnetiſch.

Er rieb ferner einige Eiſenoxyde mit Schwefel, mit Kohle, mit Kampher, mit Aether, mit Alkohol, u. ſ. f., in einem Glasmörſer zuſammen; aber nie entſtand Magnetismus in einer niedrigern Hitze, als ungefähr die, in welcher Blei ſchmilzt.

Kleine Mengen irgend einer verbrennlichen Subſtanz wirken auf das Oxyd auf eine nicht zu verkennende Weiſe. Waſſerſtoff, durch Rothglühe-

hitze unterſtützt, macht das Oxyd magnetiſch. Alkohol hat dieſelbe Wirkung, wenn er rein iſt.

Um eine beträchtliche Menge Oxyd magnetiſch zu machen, wird eine nur ſehr kleine Menge von verbrennlicher Subſtanz erfordert. Denn ein einziger Gran Kampher in ſo viel Alkohol, als dazu nöthig iſt, aufgelöſt, reicht hin, 100 Gran Oxyd, womit man ihn in einem Glasmörſer zuſammen gerieben hat, wenn man ſie der Rothglühehitze ausſetzt, durchaus magnetiſch zu machen.

Man ſieht hieraus ein, warum Berlinerblau, manche Schwefelverbindungen und Eiſenerze, die verbrennliche Subſtanzen enthalten, durch Einwirkung des Feuers magnetiſch werden, indeſs ſie alle magnetiſche Eigenſchaften wieder verlieren, wenn die Hitze auf ſie lange genug wirkt, um ihren Antheil an der verbrennlichen Subſtanz ihnen ganz zu entziehen. So findet man unter der Steinkohlenaſche der gewöhnlichen Feuerſtätte calcinirtes Schwefel-Eiſen, welches an ſeiner rothen Farbe zu erkennen iſt, und ſich ganz unmagnetiſch zeigt, wenn das Feuer daraus allen Schwefel ſublimirt hat.

# VI.

## ERKLÄRUNG

*einer akuſtiſchen Erſcheinung, welche Herr* Vieth *beobachtet hat,*

von

Herrn G. G. HÄLLSTRÖM,
Profeſſor der Phyſik in Åbo. *)

Herr Director Vieth in Deſſau beſchreibt dieſe Erſcheinung in den *Annalen*, XVII, 117, bittet die Naturforſcher, darnach weiter zu forſchen, und wünſcht ſie erklärt zu ſehen. Herr Prof. Hällſtröm iſt der Meinung, Hr. Vieth habe bei der Beſchreibung der Erſcheinung ſich in einigem geirrt, und erklärt, er könne aus dieſem Grunde ſeiner Folgerung nicht beiſtimmen.

Zuerſt eine kurze Beſchreibung der Erſcheinung ſelbſt. Sie kommt darauf hinaus, daſs man bei ſchallenden Körpern gewiſſe Stellungen derſelben findet, in welchen man den Schall hört, andere aber, in welchen man ihn nicht bemerkt, wenn auch der Abſtand des Ohres von dem ſchallenden Körper nicht geringer iſt, als im erſten Falle. Man

*) Auszug aus einer Diſſertation unter dem Titel: *Explicatio Phaenomeni acuſtici a Cel. Vieth nuper deſcripti Praeſide G. G. Hällſtröm, Prof. Phyſ., Reſp. Inberg.* Aboae 1805.

kann dies am beſten an Scheiben von Glas, Meſſing, u. dergl., beobachten, die man zwiſchen zwei Finger faſst, anſchlägt, und an dem Ohre ungefähr in der Entfernung von 1 Zoll hin und her führt, und zwar in horizontaler Richtung, wenn man die Scheibe vertical hält, und in verticaler Richtung, wenn man ſie horizontal hält. Bei gehöriger Aufmerkſamkeit wird man finden, daſs in dem Augenblicke, wenn die Scheibe ſich der Mitte der Oeffnung des Ohres nähert, der ſtärkere Ton ſchwächer, als in jeder andern Lage der Scheibe iſt, und mitten vor der Oeffnung des Ohrs gar nicht mehr gehört wird. Bei einiger Uebung kann die klingende Scheibe in der Stellung, in welcher der Klang verſchwindet, 2 bis 3 Secunden unbeweglich gehalten werden, ohne daſs man einen Ton hört; indeſs er ſogleich wieder bemerkt wird, wenn man die Scheibe fortführt. Herr Vieth ſetzt hinzu: der Ort, wo der Klang verſchwindet, könne dadurch beſtimmt werden, daſs man die noch klingende Scheibe in der Stellung, in welcher man den Klang nicht hört, mit dem Ohre in Berührung bringt; und wenn dies in horizontaler und verticaler Lage geſchehe, ſo falle der gemeinſchaftliche Durchſchnittspunkt beider Berührungslinien dicht vor die Oeffnung des Ohres zwiſchen dem Tragus und Antitragus. Eine gerade Linie, welche quer durch den Kopf durch dieſe Punkte von Ohr zu Ohr gezogen wird, giebt nach ihm die akuſtiſche Achſe, in der, wenn ſie nach beiden Seiten verlängert wird, dem

Ohre der Nachklang verſchwindet. Es ſcheint ihm dieſe Erſcheinung anzudeuten, daſs es im Ohre einen kleinen Raum, vielleicht in dieſer Achſe gelegen, giebt, der den Ton nicht empfinden kann; ſo wie etwas ähnliches unlängſt vom Auge bemerkt iſt.

Die Wahrheit dieſer letzten Folgerung, ſagt Herr Hällſtröm, muſs ich nach den von mir gemachten Erfahrungen, bei Wiederhohlung der Verſuche des Herrn Vieth bezweifeln. Ich bemerkte nämlich, daſs nicht nur in der Linie, welche Herr Vieth die akuſtiſche Achſe nennt, der Ort liegt, wo der Nachklang nicht gehört wird, ſondern, daſs die Scheibe auch an jedem andern Orte ſo gehalten werden kann, daſs man ihren Nachklang nicht hört. Der ganze Unterſchied, wovon dieſes abhängt, beruht darauf, ob die verlängerte Ebene der Scheibe die Oeffnung des Ohres trifft, oder ob ſie auſser derſelben das Ohr ſchneidet. Nur in dieſem Falle wird der Nachklang gehört, in jenem nicht.

Es mögen in Fig. 2, Taf. I, der kleine Kreis *A* die Oeffnung des Ohres, und die Linien *BC*, *DE*, *FG*, *HK* und *LM* die Durchſchnitte der klingenden Scheiben in verſchiedenen Lagen, mit Ebnen, die durch die Achſe *A* des Ohres gehen, bedeuten. Von dieſen Durchſchnittslinien treffen einige, *BC*, *DE*, *FG*, verlängert die Oeffnung des Ohres; andere, *HK* und *LM*, gehen vorbei. Nun lehrt die Erfahrung, daſs der Klang der Scheibe, welcher in den Lagen *BC*, *DE* und *FG* nicht gehört wird, wieder bemerkt

werden kann, so bald die Scheibe in einer andern Lage, wie in *HK* oder *LM*, angeschlagen wird, wenn auch die Abstände *AB*, *AD*, *AF*, *AH* und *AL* gleich sind; und dass, wenn der Klang der Scheibe in den Lagen *BC*, *DE* oder *FG* empfunden wird, er doch stets stärker in den Lagen *HK* und *LM* gehört wird.

Da nun der Ort, wo der Klang verschwindet, nicht blos in der so genannten akustischen Achse liegt, sondern allenthalben ausserhalb derselben seyn kann, so dass die Erscheinung nicht vom Orte der Scheibe, sondern von ihrer Lage gegen das Ohr abhängt; so halte ich mich überzeugt, dass sie nicht in einer unbekannten Einrichtung des Ohrs zu suchen ist, vermöge der es in einer gewissen Stelle nicht vom Schalle afficirt wird, (wie Herr Vieth zu glauben geneigt scheint,) sondern dass sie auf der eigenthümlichen Bewegungsart der Luft beruht, durch die der Klang dem Ohre zugeführt wird. Ich halte es nämlich für gewiss, dass durch diesen Versuch bewiesen wird, dass die Luft nicht rings umher um einen klingenden Körper in gleichen Abständen mit gleicher Kraft und Geschwindigkeit bewegt wird, sondern dass hierbei ähnliche Schwingungsknoten Statt finden, wie man sie in den festen klingenden Körpern beobachtet hat; das heisst, Stellen, in welchen die Schwingungen der Luft entweder schwächer als an den übrigen Stellen sind, oder ganz fehlen; so dass, wenn das Ohr sich in ihnen

befindet, der Ton ſchwächer oder gar nicht gehört wird.

Die Behauptung glaube ich durch folgenden Verſuch beweiſen zu können: Ich hatte das untere Ende einer ebenen Meſſingſcheibe in Waſſer getaucht; (*AB*, Fig. 3, möge ihren Durchſchnitt mit der Oberfläche des Waſſers vorſtellen;) und ſtrich nun die Scheibe mit einem Bogen, ſo daſs ſie einen Ton gab. Wurde dieſer Ton ſtark gehört, ſo erſchienen rund um die Scheibe Wellen, *ABCD*, welche von den tönenden Schwingungen der Scheibe erzeugt wurden. Bei genauerer Betrachtung derſelben fand ich, daſs dieſe Wellen an den Seiten der Scheibe in *D* und *C* immer viel weiter ſich verbreiteten, als in der verlängerten Durchſchnittslinie, in *A* und *B*. Bei ſchwächern Tönen erſchienen in *A* und *B* gar keine Wellen, indeſs ſie in *C* und *D* noch ſichtbar wurden.

Ich ſchlieſse hieraus auf eine ähnliche Beſchaffenheit der Schwingungen in der Luft. Denn bei gleichen Urſachen laſſen ſich gleiche Wirkungen erwarten, und ich ſtrich die Scheibe, als ein Theil derſelben ſich im Waſſer befand, ſo, daſs ſie denſelben Ton gab, den ſie in der Luft beim Verſuche mit dem verſchwindenden Tone gegeben hatte; ein Umſtand, woraus ſich nach Chladni's akuſtiſchen Lehren mit Gewiſsheit ſchlieſsen läſst, daſs die Scheibe in beiden Fällen von gleichartigen Schwingungen bewegt wurde. Hieraus läſst ſich mit Recht weiter folgern, daſs auch die Wellen der Luft und

des Waſſers, welche durch dieſe Schwingungen erzeugt wurden, in beiden Fällen von gleicher Beſchaffenheit ſeyn, und daſs folglich auch die Erzitterung der Luft in *D* und *C* ſtärker ſeyn, und ſich weiter verbreiten muſsten, als die in *A* und *B*, wenn auch die Zahl der Schwingungen in gleicher Zeit rings umher in der Luft dieſelbe war. In dieſem Falle muſste aber nothwendig der Schall in der Richtung *D* und *C* ſtärker als nach der Richtung *A* und *B* gehört werden, und in letzterer eher abnehmen als in der erſtern, ſo daſs in *A* und *B* kein Ton mehr gehört werden konnte, als er noch in *C* und *D* bemerkbar war.

Bei dieſen Verſuchen ſcheint kein anderer Unterſchied zwiſchen Waſſer und Luft Statt zu finden, als der, welcher von der gröſsern Beweglichkeit und Elaſticität der Luft herrührt; ſie kann aber keine andere Veränderung bewirken, als daſs das vollkommener in der Luft geſchieht, was die Wellen auf der Oberfläche des Waſſers unvollkommen zeigen.

Dieſen Erörterungen zu Folge, wird alſo ein Klingen der Scheibe, das nach den Richtungen um *D* und *C* noch vernehmbar iſt, in den Richtungen *A* und *B* nicht gehört, weil die Luft nach dieſen letztern Richtungen in Ruhe bleibt, während ſie nach jenen Richtungen noch in Schwingungen verſetzt wird.

Durch dieſen Verſuch ſcheint mir das neue und, ſo viel ich weiſs, bis jetzt von niemand beobachtete Geſetz erwieſen zu ſeyn: daſs die Luft, welche den

Schall eines Körpers fortpflanzt, in gleichen Entfernungen von dem ſchallenden Körper nicht allenthalben mit derſelben Kraft bewegt wird, und daſs in der elaſtiſchen Luft, welche den Schall fortpflanzt, eben ſo wie in ſchallenden elaſtiſchen, feſten Körpern, gewiſſe Stellen bewegt werden, andere aber ruhen.

Hierher ſcheint mir auch eine Erſcheinung zu gehören, welche man an tönenden Glocken, die geſchwungen werden, bemerkt. Man hört nämlich eine Verſchiedenheit im Klange, nach Verſchiedenheit der Lage der Glocke, je nachdem ſie mehr horizontal oder mehr vertical iſt. Dies ſcheint mir daher zu kommen, daſs die Luft in gewiſſen Lagen mit geringerer, in andern mit gröſserer Gewalt bewegt wird. Beſonders bemerkte ich, daſs der Ton, der von der äuſsern Fläche der Glocken herrührt, ſtärker gehört wird, als der Ton von der innern Fläche. Denkt man ſich die Seitenwände einer kegelförmigen Glocke ins unbeſtimmte verlängert, ſo hört man den Klang allenthalben auſser dieſem Kegel ſtärker, als in demſelben. Ich habe ſelbſt einen Unterſchied unter kegelförmigen und cylindriſchen Glocken bemerkt. In einer cylindriſchen Glocke iſt der Unterſchied in der Stärke des Tons innerhalb und auſserhalb der Glocke gröſser als in einer kegelförmigen, deren Seiten mit der verlängerten Achſe einen Winkel von 100° machten. Bei keinen von ihnen aber konnte ich ein ſolches Verſchwinden des Tons in der Richtung der Seiten der Glo-

cke bemerken, als man bei den Scheiben wahrnimmt.

Mir scheint diese Erscheinung auf folgende Art mit der vorhergehenden zusammen zu hängen, und aus der Art der Fortpflanzung des Schalles in der Richtung klingender Scheiben abzuleiten zu seyn. Ein schwächerer Klang verschwindet zwar ebenfalls in der Richtung der Seiten eines tönenden Kegels, er wird dann aber sogleich von den gegen über stehenden Seitenwänden dem Ohre zugeführt, so dafs man so wenig an Glocken als an krummen Scheiben das Verschwinden des Tons an einer Stelle bemerken kann. Es scheinen auch die Schwingungen der Luft, die in den Richtungen senkrecht auf die tönenden Scheiben am stärksten erscheinen, wenn sie an Stellen entstehen, die sich einander gerade entgegen gesetzt sind, und so in entgegen gesetzter Richtung sich fortpflanzen, wechselseitig sich zu schwächen; ein Umstand, wovon mir die geringere Intensität des Klanges innerhalb der verlängerten Glocke, und die gröfsere Stärke desselben aufserhalb derselben abzuhängen scheint. Den Unterschied zwischen den cylindrischen und kegelförmigen Glocken möchte ich daraus ableiten, dafs die Schallstrahlen in dem Innern der letztern schiefer gegen einander stofsen, und dafs sich daher die schwingende Bewegung der einander sich begegnenden weniger einander zu stören vermögen, als das in den cylindrischen Glocken der Fall ist.

## VII.

### ZUSATZ

*aus einem Schreiben des Herrn Direktors* Vieth *an den* Herausgeber.

Ich danke Ihnen für die Mittheilung der Bemerkungen über das von mir beobachtete akuſtiſche Phänomen des Verſchwindens eines leiſen Schalles. Ich glaube, daſs Hr. Prof. Hällſtröm darin ganz Recht hat, daſs der Schall in jedem Falle verſchwindet, wenn die verlängerte Ebene der Scheibe die Oeffnung des Ohres trifft. Bei den Verſuchen, wozu mich ſeine Bemerkungen veranlaſsten, habe ich eben daſſelbe gefunden. Auch war es ein bloſs hingeworfener Einfall, dieſes Phänomen mit dem Mariotte'ſchen beim Auge zu vergleichen; ich fügte gleich hinzu, daſs ich die Analogie nicht geltend machen möchte.

# VIII.

## VERSUCHE

der galvani'schen Societät in Paris,

*über die Erzeugung von Salzsäure im Wasser durch Galvanismus;*

*mitgetheilt*

von

RIFFAULT,

Administrator des Pulver- und Salpeterwesens. *)

Die galvani'sche Societät hatte vor einiger Zeit angezeigt, **) sie habe sich beeifert, die von Herrn Pacchiani angekündigte Thatsache zu prüfen, dass in destillirtem Wasser, wenn es der Einwirkung des Galvanismus unterworfen werde, Salzsäure entstehe, habe aber kein genugthuendes Resultat erhalten. Als sie das Detail dieser Versuche, bei denen genau das Verfahren, welches Hr. Pacchiani selbst angiebt, befolgt worden war, bekannt machte, äufserte sie indefs zugleich, diese Versuche müfsten erst noch wiederhohlt und auf alle Art abgeändert werden, bevor sich aus ihnen über eine so wichtige Entdeckung entscheiden lasse; und dieses zu thun, sey ihre Absicht. Sie erhielt bald darauf

*) *Annales de Chimie*, Nov. 1806, t. 60, p. 113. d. H.

**) *Annalen*, XXII, 202. d. H.

von Herrn Brugnatelli in Pavia, einem ihrer correſpondirenden Mitglieder, chemiſch-galvaniſche Beobachtungen überſchickt, welche er dem italiäniſchen National-Inſtitute mitgetheilt hatte; *) dieſe enthielten Verſuche über denſelben Gegenſtand, welche vollkommen geglückt waren, bei denen er aber auf eine etwas verſchiedene Weiſe verfahren war. Die Societät urtheilte, nachdem ſie dieſe Abhandlung erwogen hatte, daſs, da Herr Brugnatelli in ſeinem Apparate jede fremde Subſtanz entfernt habe vom Waſſer und von dem Metalldrahte, durch welche der Galvanismus wirkte, ſo müſſe ſeine Art zu verfahren auf Reſultate führen, welche von dem Grunde der Unzuverläſſigkeit in den Verſuchen Pacchiani's frei ſey. Sie beſchloſs daher, bei ihren fernern Verſuchen das Verfahren des Herrn Brugnatelli zu befolgen.

Am 8ten Mai dieſes Jahres, als die Klaſſe der phyſikaliſchen Unterſuchungen ſich verſammelt hatte, gab ſie in dieſer Abſicht ihrem Apparate folgende Einrichtung. Es wurde eine Glasröhre, die $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und 3 Linien weit war, mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, welches ſich mit ſalpeterſaurem Silber nicht trübte, und ebenfalls damit ein Glas und ein gläſerner Heber, deſſen $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Schenkel $6\frac{1}{2}$ Linie von einander entfernt und $2\frac{1}{2}$ Linie weit waren. Die Röhre und das Glas wurden

*) *Annalen*, XXIII, 177. *d. H.*

ſo nahe an einander geſtellt, daſs zugleich der eine Schenkel dieſes Hebers ſich in die Röhre und der andere in das Glas hinein ſetzen lieſs. Die Röhre wurde nun mit einem Golddraht verſehen, deſſen Dicke $\frac{1}{10}$ Linie, und deſſen Feinheit 0,976 betrug, und in das Glas wurde ein Streifen ſehr dünnen Stanniols ſo nahe als möglich an den darin befindlichen Schenkel des Hebers gebracht. Als dieſes geſchehen war, errichtete man aus 100 viereckigen Plattenpaaren Zink und Kupfer, von 3″ Seite, und aus Tuchplatten, die in einer ſtarken Salmiakauflöſung genäſst wurden, eine Voltaiſche Säule, und verband den Zinkpol derſelben mit dem Golddrahte, den Kupferpol mit dem Stanniolſtreifen. Die Thätigkeit der Säule äuſserte ſich ſogleich und erhielt ſich fortdauernd ungefähr 60 Stunden lang; und als ſie erloſchen war, vertauſchte man dieſe Säule mit einer ähnlichen aus 60 Plattenpaaren. Die Wirkſamkeit dieſer letztern Säule hatte noch nicht ganz aufgehört, als man den Verſuch beendigte, um nachzuſehen, was entſtanden ſey.

Als wir das Waſſer der Röhre in ein Glas ausgoſſen, das zuvor mit deſtillirtem Waſſer ſorgfältig war gewaſchen worden, überraſchte uns der ſehr beſtimmte Geruch nach oxygenirter Salzſäure, den ſo wohl das Waſſer als die ausgeleerte Röhre verbreiteten. Auf der Zunge äuſserte dieſes Waſſer keinen ſauren Geſchmack; es röthete aber Lackmuspapier ſehr merklich. Einige Tropfen ſalpeterſauren Silbers machten im Augenblicke, daſs es ins

Weifse fpielte, und es fetzte fich ein fehr deutlicher Niederfchlag von falzfaurem Silber ab. Das Waffer aus dem Heber fo wohl, als das Waffer im Glafe wurden auf diefelbe Art unterfucht; beides wirkte nicht auf das Lackmuspapier, und trübte fich mit falpeterfaurem Silber auf eine kaum wahrzunehmende Weife, und ohne dafs fich ein Niederfchlag abfetzte; nur fpielte das Waffer des Glafes nach einigen Stunden Ruhe ein wenig ins Rofenrothe.

Die Societät hat feitdem eine Menge Verfuche angeftellt, ganz auf diefelbe Art, mit ftärkern und fchwächern Säulen, die man bald längere bald kürzere Zeit über wirken liefs. In allen diefen Verfuchen wurde immer das Waffer der Röhre auf diefelbe Art verändert, indem es mit falpeterfaurem Silber ins Weifse fpielend erfchien und einen fichtlichen Bodenfatz falzfauren Silbers abfetzte. In einigen Verfuchen röthete das Waffer der Röhre die Lackmustinctur nicht, und nur bei einem einzigen, bei dem die Säule ungefähr 100 Stunden lang auf das Waffer eingewirkt hatte, war der Geruch nach oxygenirter Salzfäure noch beftimmter und durchdringender als im erften. Bei einem diefer Verfuche äufserte das Waffer des Glafes, worin fich der Stanniolftreifen befand, eine Spur alkalifcher Eigenfchaft; als man nämlich etwas davon zu der vom Waffer der Röhre gerötheten Lackmustinctur gofs, gab es diefer die urfprüngliche Farbe wieder *)

*) Diefer Bericht ftimmt nicht ganz mit dem überein, was ich in den *Ann.*, XXIII, 463, aus einem Brie-

So entſcheidend auch ähnliche conſtant erhaltene Reſultate der Societät ſcheinen muſsten, ſo ſetzte ſie doch ihre Verſuche fort, und fügte ſelbſt neue Vorſichtsmaaſsregeln hinzu, indem ſie das Waſſer, welches der galvani'ſchen Einwirkung ausgeſetzt wurde, mit der Hand in Berührung zu bringen vermied, und es vor allem Einfluſſe der umgebenden Atmoſphäre zu ſchützen ſuchte. Zu dem Ende wurde der Hefe des Herrn Dr. Nauche, Vicepräſidenten der galvani'ſchen Societät, an Herrn Dr. Caſtberg, in Kopenhagen, mitgetheilt habe. Daſs weder Säulen, die mit Salpeterwaſſer, noch die mit Kochſalzwaſſer geſchichtet waren, Salzſäure erzeugten, und daſs ſelbſt als der feuchte Leiter mit Salmiakwaſſer genäſst war, das Reſultat bei zwei Verſuchen ausblieb, (*daſ.*, S. 464,) ſcheint merkwürdig zu ſeyn, und ich weiſs den Grund nicht anzugeben, warum Herr Riffault dieſes Fehlſchlagens nicht gedenkt. Was Herr Dr. Nauche in ſeinem Briefe zuletzt anführt, „daſs Biot die Möglichkeit der Bildung von Salzſäure geläugnet habe," bezieht ſich wahrſcheinlich auf die ſcharfſinnigen Folgerungen, welche Herr Biot in ſeiner Abhandlung über die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte, welche ich dem Leſer umſtändlich vorlegen werde, aus dem Brechungsvermögen des ſalzſauren Gas, verglichen mit dem des Sauerſtoffgas, des Waſſerſtoffgas, des Stickgas und des Waſſers zieht, denen zu Folge die Salzſäure weder Stickſtoff zu ihrem Radicale haben, noch ein Waſſerſtoff-Oxyd mit weniger Sauerſtoff als das Waſſer ſeyn kann, wie das Pacchiani behauptet hatte.

*d. H.*

ber in die Röhre und in das Glas hinein gefetzt, ohne das Waffer derfelben mit einem fremden Körper zu berühren, als höchftens mit Glasröhren, die in deftillirtem Waffer gut gewafchen waren, und der ganze Apparat, aus Röhre, Heber und Glas beftehend, wurde mit einer gläfernen Glocke überdeckt, unter der der Golddraht und der Stanniolftreifen fortgeführt waren, um mit den Polen der Säule verbunden zu werden. Mit der vorfichtigften Einrichtung diefes Apparats fing jeder Verfuch an. Man überdeckte ihn dann mit der Glocke, errichtete in einem andern entlegenen Zimmer die Säule, trug fie ganz vollendet herbei, und verband mit ihm ihre Pole. Der Tifch, worauf fich die Säule und der Apparat befanden, ftand nahe bei einem Fenfter, welches mehrentheils offen blieb, und in dem Zimmer war kein chemifches Präparat, und ging keine Art von chemifchem Prozeffe vor. *)

Die Verfuche, welche auf diefe Art angeftellt wurden, haben diefelben Refultate als die vorigen gegeben, was die Röthung der Lackmustinctur und die Trübung mit falpeterfaurem Silber betrifft; allein der Geruch nach oxygenirter Salzfäure blieb aus, der fich in den vorigen Verfuchen mehrere Mahl geäufsert hatte, und das Waffer des Glafes, worin der Stanniolftreifen hinab ging, zeigte keine

*) Man vergl. Herrn Veau - de - Launay's Notiz, *Annalen*, XXIV, 000. *d. H.*

Spuren mehr von Alkali. Immer ſchien das Waſſer der Röhre augenſcheinlich ſeinen Zuſtand verändert zu haben, indeſs das des Hebers und des Glaſes daſſelbe blieb.

Wenn die galvani'ſche Societät alle dieſe Verſuche zuſammen nimmt, und die Reſultate derſelben erwägt, ſo glaubt ſie nicht anſtehen zu dürfen, aus ihnen, (unter der Vorausſetzung, daſs die Vorſichtsmaaſsregeln der letzten Verſuche alle beobachtet worden,) folgende Reſultate zu ziehen:

1. Daſs deſtillirtes Waſſer, welches der galvani'ſchen Einwirkung ausgeſetzt wird, augenſcheinlich eine Veränderung ſeines Zuſtandes in dem Gefäſse erleidet, in welchem ſich der Sauerſtoff durch den leitenden, mit dem poſitiven Pol verbundenen Drahte entbindet.

2. Daſs das Waſſer in dieſem neuen Zuſtande conſtant die wahren Charaktere der Salzſäure zeigt.

3. Daſs das deſtillirte Waſſer in dem Gefäſse, worin ſich der Waſſerſtoff durch den Draht des negativen Pols entbindet, auf keine merkbare Weiſe verändert wird.

4. Daſs das Waſſer in dieſem Zuſtande keine Anzeige von Salzſäure giebt.

5. Daſs endlich das deſtillirte Waſſer im Heber, auf welches dieſelbe galvani'ſche Einwirkung, worin aber keine Entbirdung von Sauerſtoff und Waſſerſtoff Statt findet, ſeinen Zuſtand nicht geändert zu haben ſcheint.

Obgleich diese Folgerungen der Societät keinem Streite weiter unterworfen zu seyn scheinen, *) so will sie doch noch ihre Versuche mit grösern Mengen von Wasser wiederhohlen und weiter fortsetzen, um dadurch dem Wunsche zu entsprechen, welchen mehrere vorzügliche Chemiker ihr geäusert haben.

*) Sollten diese Resultate nicht zu allgemein und zu unbestimmt ausgedruckt seyn, um den erzählten Versuchen völlig zu entsprechen? und auch wenn man hiervon absieht, wie manchen Zweifel lassen sie nicht zurück! Welche Vorsicht hat man gebraucht, um gewifs zu seyn, dafs dem destillirten Wasser keine vegetabilischen oder thierischen Ausflüsse oder Theilchen, wären es auch nur so genannte Sonnenstäubchen, beigemengt waren? Scheint man doch erst bei den letzten Versuchen das Wasser aufser aller Berührung mit den Fingern erhalten zu haben, die, wie alle Theile der Haut, eine Materie ausschwitzten, in welcher Thenard Essigsäure und salzsaures Natron gefunden hat. (Man vergl. auch S. 53, Anmerk.) Und sind die paar chemischen Kennzeichen, auf die man allein Rücksicht genommen hat, so ganz zweifelsfrei, um zu völlig zuverlässigen Schlüssen über die Natur der erhaltenen Säure zu berechtigen? *d. H.*

# IX.

## VERSUCHE
### *über die Säure- und Alkalibildung durch Galvanismus,*

von

CHARLES SYLVESTER
zu Sheffield. *)

Der Verſuch des Hrn. Pacchiani, welcher der galvani'ſchen Societät in Paris nicht hat glücken wollen, miſsglückte auch mir zuerſt, als ich Waſſer, welches ſalpeterſaures Silber nicht trübte, in einem Glaſe durch Golddrähte oder durch Platindrähte mit den beiden Endzellen meines Trogapparats in Verbindung geſetzt hatte. Es entſteht in dieſem Falle keine Spur von Salzſäure, und ich wundere mich daher nicht, daſs auch Wilkinſon **) keine Säure erhielt. Die Herren Peel ***) und

*) Zuſammen gezogen aus Nicholſon's *Journal*, Jun. 1806, p. 97, und Sept., p. 50. *d. H.*

**) *Annalen*, XXIV, 98. *d. H.*

***) Herr Will. Peel in Cambridge, an deſſen Rieſenverſuche mit der Waſſerzerſetzung ſchon Hr. Wilkinſon, (a. a. O., S. 108,) ſeinen Unglauben geäuſsert hat, erzählt in mehrern Briefen an den Dr. Tilloch in deſſen *Philoſ. Magaz.*, 1805, April, Jun., Dec., [die erſten in Italien gedruckten Nachrichten von Pacchiani's Verſuchen

Pacchiani wollen zwar auf dieſe Art Säure und

rühren gleichfalls aus dem April 1805 her, *Annalen*. XXI, 125.,] eine Menge von Unglaublichkeiten, die, ſo offenbar ſie auch das Gepräge der Erdichtung an ſich tragen, doch nicht bloſs an Herrn Tilloch und einigen andern Engländern, ſondern auch in Deutſchland Gläubige gefunden haben. Er fängt gleich damit an, „er habe eine Pinte, [alſo ungefähr 16 Unzen,] Waſſer genommen, und *die Hälfte* davon durch Galvanismus zerſetzt, die andere Hälfte abgedampft, wobei ein wenig ſalzſaures Natron zurück geblieben ſey.“ Sollte man doch nicht, nach dieſer Art zu erzählen, meinen, es habe nicht mehr auf ſich, eine halbe Pinte Waſſer durch Galvanismus zu zerſetzen, als ſie bis zur Trocknifs abzudampfen. Rechnet man nach Herrn Wilkinſon's Angabe, am angeführten Orte, S. 100, ſo würde ein Trogapparat von 2000 Plattenpaaren, der täglich mit verdünnter Säure neu gefüllt würde, dieſes erſt innerhalb 3 Wochen bewerkſtelligen können. Und dieſen Verſuch will Herr Peel, „ſo langweilig er auch ſey, wiederhohlt haben,“ und er ſoll auch einem ſeiner Freunde geglückt ſeyn. Herr Tilloch nennt dieſen Verſuch „auſserordentlich wichtig,“ und räth, man möge Waſſer aus ſeinen Elementen, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, zuſammen ſetzen, und es dann durch Galvanismus zerſetzen. Dieſen Rath ertheilt er in den letzten Tagen des Aprils, und ſchon am 4ten Junius iſt Herr Peel mit allem fertig. „Es iſt ihm gelungen, ganz reines Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas in gehörigem Verhältniſſe ſo anzuwenden, daſs kein Rückſtand an Luft blieb, und daſs das gebildete Waſſer nicht im mindeſten

Alkali gebildet haben; ich kann indeſs daran nicht glauben. *)

Ich verſuchte ſpäter, durch ein Stück Blaſe das Waſſer, welches mit dem einen Pole in Verbindung ſtand, von dem mit dem andern Pole verbundnen zu trennen. Zu dem Ende überband ich damit das untere Ende einer offenen Glasröhre, ſetzte dieſe Röhre in ein Glas mit reinem Waſſer, füllte ſie mit

ſäuerlich war." Hatte er irgend eine Vorſicht vernachläſſigt, ſo enthielt das erzeugte Waſſer Salpeterſäure; dieſe ſättigte er indeſs mit Kalk, deſtillirte das Waſſer wieder ab, zerſetzte es durch Galvanismus, und erhielt nun *ſalzſaures Kali*. Herr Dr. Tilloch macht darüber eine Menge von Conjecturen, und veranlaſst durch ſeine vollkommene Gläubigkeit Herrn Peel, im Dec. das *Philoſ. Magazine* noch mit folgenden Verſuchen zu zieren. Brunnenwaſſer giebt beim Zerſetzen durch Galvanismus, je nachdem es über Kalk, oder über Magneſia oder Baryt abdeſtillirt worden war, ſalzſaures Kali, oder ſalzſaures Natron; deſtillirtes Schneewaſſer letzteres. Hr. Peel nahm ſtatt der Säule *eine ſtarke Electrifirmaſchine*, und erhielt ganz *daſſelbe Reſultat*. Faſt eben ſo ſummariſch als ich hier, erzählt Herr Peel ſelbſt ſeine angeblichen Verſuche, die zu den Wundern der neuen Chemie gehören würden, wären ſie mehr als Erdichtung.

*d. H.*

*) Und doch gelingt dies allerdings, *Annalen*, XXIV, 393. Auch Herr Henry in Mancheſter fand, daſs ſehr ſorgfältig gereinigtes und zwei Mahl deſtillirtes Waſſer durch Galvaniſiren in einer an bei-

ähnlichem Waſſer, verſchloſs ihre obere Oeffnung mit einem Korke, durch den ein Platindraht bis nahe an die Blaſe hinab ging, und verband dieſen Draht mit dem poſitiven Pole des Trogapparats. Ein zweiter Platindraht, der in das Glas bis dicht unter die Blaſe ging, wurde mit dem negativen Pole in Verbindung geſetzt. Wirkte der Trogapparat auch nur mittelmäſsig, ſo fand ich ſchon nach einer $\frac{1}{2}$ St. Salzſäure in merklicher Menge im Waſſer der Röhre, und ein fixes Alkali im Waſſer des Glaſes. Dieſer Verſuch wurde mit demſelben Stück Blaſe über dreiſsig Mahl wiederhohlt, und immer war der Erfolg derſelbe.

Das fixe Alkali komme wahrſcheinlich aus der Maſſe des Glaſes, behauptete gegen mich ein geſchickter Chemiker. Um dieſes zu prüfen, und um alle thieriſche und vegetabiliſche Stoffe aus dem Spiele zu laſſen, ſtellte ich den Verſuch folgender Maſsen an.

Ich lieſs aus dem Thone, woraus man Tabakspfeifen macht, eine Röhre formen, welche nur an

den Enden mit Korkſtöpſeln, und Platinſtreifen verſehenen Glasröhre, die Eigenſchaft erhielt, ſalpeterſaures Silber in wenig Secunden zu trüben, und am Lichte die Farbe ſo zu verändern, wie es dem ſalzſauren Silber eigen iſt. Waſſer, worin Korkſtöpſel einen Tag über gelegen hatten, machte ſalpeterſaures Silber nicht milchicht, ſondern färbte es bloſs dunkel, ohne einen Niederſchlag zu bewirken. d. H.

Einem Ende offen war, und ſie mit Tabakspfeifen in einem Ofen ſehr hart brennen. Sie wurde in deſtillirtes Waſſer gelegt, bis alle ihre Zwiſchenräume ſich damit voll geſogen hatten, dann mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, und in eine Platinſchale voll deſtillirten Waſſers geſtellt. Dieſe Schale ruhte auf dem Kupferende des Trogapparats, und vom Zinkende deſſelben wurde ein Platindraht in die Röhre bis an den Boden derſelben hinab geleitet. Sehr bald entbanden ſich an den Enden beider Drähte Gasblaſen. Schon nach 10 Minuten färbte das Waſſer der Platinſchale Curkumapapier braun, und zeigte das Waſſer der Röhre Spuren von Säure. Nachdem der Prozeſs 4 Stunden gedauert hate, gab letzteres mit ſalpeterſaurem Silber einen ſehr ſichtbaren Niederſchlag. Das Waſſer in der Platinſchale dampfte ich gänzlich ab; es blieb ein Rückſtand, den ich in der Schale faſt bis zum Rothglühen erhitzte, ohne daſs er entwich; ein Beweis, daſs es ein fixes Alkali war.

In dieſem Verſuche war des gebildeten Alkali weit mehr als der Säure; in andern fand das Umgekehrte Statt. Einige Mahl entſtand Salpeterſäure und wenig oder keine Salzſäure.

Aus dieſen und aus den ähnlichen von andern beobachteten Thatſachen ſcheint zu erhellen, daſs Salpeterſäure ſo gut als Salzſäure, und daſs eben ſo die drei Alkalien Waſſerſtoff-Oxyde ſind. Der Sauerſtoff des Waſſers, welches am poſitiven Platindraht zerſetzt wird, verbindet ſich zum Theil mit

Waſſer und bildet damit Salpeterſäure oder Salzſäure; der Waſſerſtoff deſſelben wird von der Electricität durch die Blaſe hindurch nach dem andern Drahte geführt, und indem dieſe durch den Draht entweicht und ihn abſetzt, verbindet ſich ein Theil deſſelben mit etwas Waſſer zu einem Alkali. Hiernach würde Salzſäure Waſſer + Sauerſtoff, und Alkali Waſſer + Waſſerſtoff ſeyn.

---

## X.

## EIN VERSUCH,

*der es wahrſcheinlich machen ſoll, daſs Salzſäure aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff beſteht,*

von

J. MARTIN. *)

— — „Ich that in eine irdene Röhre etwas Eiſendraht, und führte ſie durch einen Ofen, um ſie glühend zu machen. An dem einen Ende lutirte ich eine gebogene Röhre vor, die unter den Trichter einer pneumatiſchen Wanne ging; am andern eine Tubulatretorte, welche etwas Kochſalz enthielt, das ſorgfältig ſeines Kryſtalliſationswaſſers beraubt worden war. Als nun der Draht zu glühen ſchien, goſs ich etwas concentrirte Schwefelſäure

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 13, p. 237. *d. H.*

säure in die Retorte. So bald die atmosphärische Luft der Gefäse übergetrieben war, stieg aus dem andern Ende der Röhre eine bedeutende Menge Wasserstoff as in dem pneumatischen Apparate hervor; doch war es mit einer geringen Menge salzsauren Gas gemischt. Als ich den Apparat aus einander nahm, fanden sich in der Röhre Krystalle salzsauren Eisens. Des Wasserstoffgas war eine so grose Menge übergegangen, dafs es unmöglich ist, es sich durch Zersetzung von Wasser zu esklären, welches das übertretende salzsaure Gas vielleicht zufällig mit sich genommen hatte."

Aus diesem Grunde schliesst Herr **Martin**, das salzsaure Gas selbst sey die Quelle so wohl dieses Wasserstoffgas, als des Sauerstoffs, der das Eisen in der Röhre oxydirte; und Salzsäure bestehe daher höchst wahrscheinlich aus Wasserstoff und Sauerstoff. Wer sieht indefs nicht, dafs zu einem solchen Schlusse keine blofse Versicherung, dafs dazu nur genaue Angaben nach Maafs und Gewicht berechtigen können? und wer weifs nicht, dafs es kein Zufall ist, wenn salzsaures Gas Wasser mit übernimmt?

---

## XI.

## WARNUNG

*vor einer Gefahr beim Gebrauche eiserner Heitzröhren,*

VON

DESCROIZILLES dem Aeltern

zu Lescure bei Rouen. *)

— — Werden eiserne Röhren, die zum Heitzen bestimmt sind, bei einem zu starken Feuer glühend, und die Luft, welche sie durchstreicht, ist feucht, so kann das glühende Eisen das Wasser der Luft zersetzen, und das sich entbindende Wasserstoffgas entzünden. Dieses begegnete mir vor 5 Jahren, bei einigen Versuchen, die ich mit solchen Röhren in einer kleinen Trockenkammer anstellte. Glücklicher Weise hatte ich den Vorfall im voraus vermuthet, und alles zum Löschen des Feuers, wenn es ausbrechen sollte, vorbereitet; und doch hatte ich kaum noch Zeit, es zu unterdrücken.

Es war mir daher nicht überraschend, zu hören, dass neulich im Schlosse von St. Cloud durch eine Heitzröhre Feuer ausgekommen sey. Auch bin ich überzeugt, dass manches Feuer, welches in den Trockenstuben der Baumwollendrucker ausgebrochen ist, dieselbe Veranlassung hatte. Wenn die ei-

*) *Annales de Chimie*, t. 51, p. 34. *d. H.*

fernen Heitzröhren in ihnen ſtark glühn, ſo können ſie den Waſſerdampf, der die Stube erfüllt, auf die nämliche Art zerſetzen. *)

Noch muſs ich hinzu fügen, daſs die Art von Heitzröhren, welche Herr Conté vor kurzem angegeben hat, vor jenem Zufalle nicht ſichern. Sie haben über dies die Unannehmlichkeit, daſs ſich der Ruſs auf zwei Röhren abſetzt. Immer habe ich gefunden, daſs es am beſten iſt, den Luftſtrom, der das Feuer angefacht hat, durch die mittlere Röhre gehen zu laſſen; die äuſsere Röhre oxydirt ſich dann weit weniger, und man kann ſie aus Kupfer oder Meſſing machen, die ſich leichter verzieren laſſen, als Eiſenblech.

*) Ob ſich durch Volta's Eudiometer in der Luft einer ſolchen Stube Waſſerſtoffgas entdecken lieſse, und wie viel, würde für die Eudiometrie, zu wiſſen, von Intereſſe ſeyn. Daſs ein eiſernen Ofen, ſo bald er glüht, in einem Zimmer eine ſo beſchwerliche trockne Hitze veranlaſst, ſteht vielleicht damit in Zuſammenhang, obſchon es ſich aus der zunehmenden Expanſivkraft des Waſſerdampfs mit der Hitze allein hinlänglich erklärt. Umſonſt ſucht man die Luft eines ſolchen Zimmers durch Schalen voll Waſſer gehörig feucht zu erhalten; alle feinere Holzwaaren zeigen auffallende Spuren der höchſten Trockenheit der Luft, und in den Augen äuſsert ſich ein läſtiges Gefühl von Austrocknung.

*d. H.*

## XII.

*Ueber*

## *die Desoxydirung des Eifens,*

vom

Profeſſor PROUST

in Madrid. *)

Bedenkt man die Leichtigkeit, mit welcher mehrere Metalle in keinem ſehr hohen Grade von Hitze [für ſich] in den metalliſchen Zuſtand zurück treten, ſo kann man nicht umhin, zu glauben, daſs die, welche der Einwirkung unſers Ofenfeuers widerſtehn, ſich eben ſo leicht desoxydiren würden, wenn es uns möglich wäre, ſie ſo ſtark zu erhitzen, als es zu dieſem Ende nöthig iſt.

Damit das Eiſen nicht länger in der Klaſſe der Metalle ſtehe, deren Oxyde ſich nicht ohne Hülfe der Kohle zu desoxydiren vermögen, glaube ich der Vergeſſenheit einen Verſuch entziehen zu müſſen, zu der mir mein Freund, Herr Naſt, ein Porzellänfabrikant, der damahls in der Vorſtadt St. Antoine wohnte, die Mittel verſchafft hat.

Die Mündung des über ſeinem Brennofen befindlichen Ausglühegewölbes war mit einer eiſernen Stange von ungefähr der Dicke 1 Zolles geſtützt. Als dieſe ſich mit der Zeit ſo ſtark oxydirt hatte,

*) *Journal de Phyſique*, 1802, Febr., p. 95. *d. H.*

dafs fie fich nur noch im Innern durch ein Stäbchen Eifen von der Dicke 1 Linie erhielt, ſtürzte ſie zuſammen und zerbrach von ſelbſt. Ich ſammelte die Bruchſtücke auf, und trennte das Oxyd von dem Eifen durch einen leichten Schlag. Dieſes Oxyd war in nichts von dem verſchieden, welches vom Eifen beim Schmieden abſpringt.

Ich that davon ungefähr 8 Unzen in einen Porzellantiegel, und ſetzte ihn in eine der untern Caiſſetten. Es war mir nicht unbekannt, dafs es nur eines einzigen Nagels bedarf, der in den Ofen fällt, um eine ganze Säule derſelben zu verderben, *(pour en détruire toute une pile.)* Folgendes war das Reſultat. Wir fanden den Tiegel und die Caiſſette durchbohrt. Das reducirte und gut geſchmolzene Eifen hatte ſich im Boden des Ofens ein Bett ausgehöhlt; Naſt und ich konnten es nicht anders heraus bringen, als es heraus meifseln. Es war nicht brüchig.

War dieſes Eifen durch die bloſse Intenſität der Hitze reducirt und geſchmelzt worden, oder hatte es ſich Kohlenſtoffs bemächtigen, den kalkerdigen Theil der Maſſe zerſetzen können, u. d. m.? Dieſes würde intereſſant ſeyn, auszumitteln. Ich habe das Eifen lange Zeit aufbehalten, weifs aber nicht, was daraus geworden iſt; war mir auch damahls nicht bewufst, wie belehrend eine Unterſuchung deſſelben für die Theorie geweſen ſeyn würde. Es iſt daher zu wünſchen, dafs man dieſen Verſuch wiederhohlen möge.

## XIII.

### Dumoutiez's *pneumatiſches Feuerzeug, (Briquet pneumatique.)*

Ich habe, (ſagt Herr Delamétherie im *Journ. de Phyſ.*, t. 62, p. 189,) von der Entdeckung, daſs ſich Zündſchwamm durch Compreſſion der Luft entzünden läſst, welche ein Arbeiter in der Gewehrfabrik zu *Saint-Etienne en Forez* gemacht hat, im Auguſtſtück 1804 dieſes Journals eine Nachricht mitgetheilt. *) Der Mechanicus *(Ingénieur-Machiniſte)* Herr Dumoutiez hat mehrere Verſuche angeſtellt, um die geringſte Capacität der Compreſſionspumpe, und die kleinſte Menge von Luft zu finden, bei welchen es noch gelingt, den Schwamm in Brand zu ſetzen. Nach mehrern Abänderungen hat er es dahin gebracht, dieſes in einem Rohre zu bewerkſtelligen, welches ungefähr 4 Linien im Durchmeſſer hat und 6 Zoll lang iſt. Iſt das Rohr gut calibrirt, und ſchlieſst der Stempel genau, ſo miſslingt es bei einiger Uebung ſelten, den Schwamm bei einem einzigen Stoſse des Stempels zu entzünden.

Dieſe Methode, Feuer zu machen, iſt ohne alle Gefahr, und verdient den Vorzug vor den übrigen

*) *Annalen*, XVIII, 240. *d. H.*

neuen Arten von Feuerzeugen, die man ſeit kurzem erdacht hat. Herr Dumoutiez verfertigt jetzt ſolche kleine tragbare Compreſſionspumpen, und verkauft ſie unter dem Namen: *Briquet pneumatique*. Man findet ſie bei ihm in verſchiedener Geſtalt und Gröſse. Seine Wohnung iſt in Paris, *Rue du Jardinet*, No. 2, nahe bei der *Ecole de Médecine*.

## XIV.

### *Leuchtende Fläſchchen als Lampen zu gebrauchen.*

In Sonini's ökonomiſchem Journale und daraus in Nicholſon's *Journal*, Vol. 12, p. 276, wird folgende Anweiſung gegeben, ein Fläſchchen zu bereiten, das in der Nacht Licht genug giebt, um die Zeit auf einer Uhr und andere Gegenſtände zu erkennen.

Man nehme ein langes Fläſchchen aus weiſsem Glaſe, werfe ein Stück Phosphor von der Gröſse einer Erbſe hinein, und gieſse darauf feines bis zum Aufwallen erhitztes Provenceröhl, bis die Flaſche etwa ein Drittel voll iſt. Dann ſtopfe man ſie ſorgfältig zu.

So oft ſie leuchten ſoll, öffne man ſie, daſs atmoſphäriſche Luft zutreten kann, und verſtopfe ſie wieder. Der leere Theil der Flaſche erſcheint dann leuchtend, und verbreitet ſo viel Licht umher, als eine dunkel brennende gewöhnliche Lampe. Verſchwindet das Licht, ſo braucht man den Stöpſel

nur zu öffnen, um es wieder erſcheinen zu machen. Bei kalter Witterung muſs man die Flaſche etwas in der Hand erwärmen, ehe man ſie aufmacht, ſonſt leuchtet ſie nicht. Eine ſolche Flaſche läſst ſich 6 Monate lang jede Nacht gebrauchen; man hat von ihr keine Feuersgefahr zu beſorgen, und ſie koſtet nur ſehr wenig.

## XV.

### *Groſsblättriger Glimmer in Hindoſtan.**)

— — Ich bin ungewiſs, ob man in England weiſs, daſs viele Hügel in Bahar und in andern Theilen Hindoſtans eine ungeheure Menge von groſsblättrigem Glimmer oder ruſſiſchem Glas in ſich ſchlieſsen. Die Eingebornen und die Chineſen machen daraus ſehr hell leuchtende Laternen, Scheiden und Zierathen, welche mit allerlei Farben bemahlt werden. Auch brauchen ſie ihn in der Medicin; gebrannt und gepulvert ſollen ſie ihn für ein Specificum gegen hartnäckigen Huſten und Schwindſucht halten. Gepulvert wird er gebraucht, das indianiſche Papier zu verſilbern, dient als Streuſand, und zu vielerlei anderem. Der Preis des beſten in Tafeln, die ungefähr 2 Linien dick ſind, geſpalten, iſt für 84 Pf. Avoir du poids 6 Rupien. Lieſse ſich davon in England irgend ein Gebrauch machen, ſo würde er ſich als Ballaſt mit ſehr unbedeutenden Koſten dahin bringen laſſen.

*) Aus einem Briefe Machlachlan's, Calcutta den 4ten Oct. 1803, in Nicholſons *Journal*, Vol. 10, p. 295.

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ZWEITES STÜCK.

## I.

## VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über die Adhäsion der Wassertheilchen unter einander,*

von

BENJAMIN Grafen VON RUMFORD,
Vice-Präsid. der Londner Societät und auswärt. Mitglied des Nat.-Inst. in Paris.

*(Eine Vorlesung, geh. in ein. öff. Sitz. der erst. Klasse des franz. National-Instituts am 7ten Julius* 1806.*)* *)

Man sieht häufig auf der Oberfläche von Wasser kleine feste Körper schwimmen, die von einem viel gröfsern specifischen Gewichte als diese Flüssigkeit sind; z. B. kleine Sandkörnchen, sehr feine Metallfeile und selbst sehr kleine Nähnadeln.

Eine so aufserordentliche Erscheinung ist der Aufmerksamkeit der Naturforscher nicht entgangen.

*) Aus dem Original frei übersetzt von *Gilbert*.

Es war vor kurzem davon die Rede in einer der Sitzungen der erſten Klaſſe des National-Inſtituts; und da dieſe merkwürdige Thatſache mit einer Unterſuchung, die mich ſeit langer Zeit beſchäftigt, auf das genaueſte zuſammen hängt, ſo will ich dieſer Verſammlung einige Verſuche mittheilen, welche ich in der Abſicht, dieſen Gegenſtand aufzuklären, ſo eben angeſtellt habe, und bei denen ich auf ziemlich pikante Reſultate geführt worden bin.

Man hält faſt allgemein die Luft, welche an der Oberfläche der kleinen ſchweren auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper feſt ſitzt, für die unmittelbare Urſache, daſs dieſe Körper über dem Waſſer ſchweben bleiben. Mir ſchien ſie hierzu nicht unentbehrlich zu ſeyn. Darüber ſollten mich folgende Verſuche belehren.

*Verſuch* 1. In ein kleines Glas, das einen Fuſs hatte und am Rande $1\frac{1}{2}$ Zoll weit war, füllte ich etwas *Waſſer* und goſs darüber eine Lage Schwefel-Aether von der Dicke von $\frac{1}{4}$ Zoll. Als alles vollkommen in Ruhe war, tauchte ich eine ſehr kleine Nähnadel, die ich mit einer feinen Zange horizontal hielt, in den Schwefel-Aether, führte ſie in dieſer Lage bis ungefähr 1 Linie vom Waſſer herab und lieſs ſie fallen. Sie ſank bis an die Oberfläche des Waſſers; hier aber erhielt ſie ſich ſchwimmend.

*Verſuch* 2. Zinn, das ich geſchmelzt, in eine ſphäriſche Granulirbüchſe gegoſſen und ſtark geſchüttelt hatte, war bei dieſem Granuliren zu einem ſchwarzen Pulver geworden. Als ich e

nach dem Sieben mit einer Loupe befah, zeigte es fich als lauter kleine Kügelchen von verfchiedener Gröfse; alle diefe Kugeln waren zu klein, als dafs fich ihre Geftalt mit blofsem Auge ohne Hülfe der Loupe erkennen liefs. Von diefem Metallpulver nahm ich fehr wenig auf die Spitze eines Spatels, und fchüttete es fanft aus der Höhe von $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Oberfläche des Aethers, der auf dem Waffer im Glafe ruhte. Die Metalltheilchen fanken allefammt durch die Aetherlage hindurch, als fie aber die Oberfläche des Waffers erreicht hatten, blieben fie auf ihr fchwimmen.

*Verfuch* 3. Ich hatte einen Tropfen Queckfilber auf einen Porzellänteller fallen laffen, und zertheilte ihn in eine grofse Menge fehr kleiner Kügelchen. Ein 5 Zoll langer und $\frac{1}{2}$ Linie dicker Meffingdraht, den ich am Ende in einen rechten Winkel hatte biegen, platt fchlagen, etwas aushöhlen und zufchärfen laffen, fo dafs er eine Art kleiner Hacke bildete, diente mir, diefe Queckfilbertröpfchen einzeln aufzuheben und in den Aether bis dicht über die Waffer fläche herab zu führen. Ein Queckfilbertröpfchen $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeffer, das ich $\frac{1}{2}$ Linie über dem Waffer fanft herab gleiten liefs, blieb wiederum an der Oberfläche des Waffers fchweben, als es bis zu ihr herab gefunken war. Hielt man das Auge etwas niedriger als die Waffer fläche, fo dafs man das Tröpfchen von unten herauf fah, fo fchien es, als fchwebe es in einem Sacke, etwas über der Horizontalebene des Waffers. Ich brachte ein zwei-

tes Queckſilbertröpfchen auf das Waſſer, ſogleich näherte es ſich dem erſten mit zunehmender Geſchwindigkeit, und ſtürzte ſich in denſelben Sack, der nun länger wurde, die beiden Tröpfchen floſſen aber nicht zuſammen. Auch ein drittes Queckſilbertröpfchen, das ich auf das Waſſer brachte, ſchwamm zu den beiden andern; das vereinte Gewicht dieſer drei Tropfen war aber zu groſs, als daſs die Art von Haut, welche ſich an der Oberfläche des Waſſers bildet, ſie noch hätte tragen können; der Sack riſs, und die Kügelchen ſanken durch das Waſſer bis an den Boden des Glaſes hinab.

Wurde dieſer Verſuch mit etwas gröſsern Queckſilberkügelchen angeſtellt, die $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer hatten, ſo durchbrachen die Tröpfchen jedes Mahl die Waſſerhaut und ſanken bis an den Boden des Glaſes hinab. Wenn ich indeſs die Klebrigkeit des Waſſers dadurch vermehrte, daſs ich darin ein wenig arabiſches Gummi auflöſte, ſo blieben ſelbſt noch gröſsere Queckſilbertropfen über der Waſſerfläche ſchweben.

Queckſilbertröpfchen, die, wenn man ſie ganz ſanft auf das Waſſer brachte, ſich darauf ſchwimmend erhielten, thaten dieſes nicht, wenn man ſie aus einer etwas zu groſsen Höhe herab ſinken lieſs, ſondern bahnten ſich dann ſtets einen Weg durch die Waſſerhaut bis an den Boden des Glaſes.

Alle bisher erzählte Verſuche habe ich mit Waſſer wiederhohlt, auf das ich ſtatt des Schwefel-Aethers eine Lage *Terpenthinöhl* gegoſſen hatte; und

dann auch mit Waſſer, über dem eine Lage *Olivenöhl* ſtand. Die Reſultate waren den vorigen in jeder Hinſicht ähnlich. Doch glaubte ich zu bemerken, daſs in dieſen Fällen noch etwas gröſsere Queckſilberkügelchen, als in dem vorigen, auf der Waſſerfläche ſchweben bleiben; und bei dem Verſuche mit Zinnpulver ſchwammen einige wenige der feinſten Zinntheilchen an der Oberfläche des Oehls.

*Verſuch* 4. Ich hatte Mittel gefunden, über dem *Waſſer* im Glaſe eine Lage *Alkohol* ſo zu verbreiten, daſs beide Flüſſigkeiten eben ſo beſtimmt abgeſchnitten erſchienen, als Oehl und Waſſer. Nun ſchüttete ich aus einer ſehr kleinen Höhe etwas vom feinſten Zinnpulver auf den Alkohol. Es ſank nicht bloſs durch die Lage Alkohol, ſondern auch durch das Waſſer hinab, ohne daſs ſich eine Spur von Widerſtand an der Oberfläche des Waſſers geäuſsert hätte. Ich glaubte daher, dieſe Oberfläche ſey nicht mehr vorhanden, ſo deutlich ſie ſich übrigens auch dem Auge zu zeigen ſchien: und es war in der That wahrſcheinlich, daſs die chemiſche Einwirkung des Alkohols auf das Waſſer, da, wo es daſſelbe berührte, ſie zerſtört hatte.

Ich wünſchte die Art von Haut, welche das Waſſer an ſeiner Oberfläche zu bilden ſcheint, genauer zu unterſuchen; zu dem Ende ſtellte ich den folgenden Verſuch an.

*Verſuch* 5. Es wurde in ein cylindriſches Glas mit ſolidem Fuſse, das 14 Linien weit und 10 Zoll hoch war, ſehr flüſſiges und klares Waſſer 9½ Zoll

hoch gegoſſen, und darüber eine Lage *Aether* 3 Linien dick, und ich brachte nun mehrere kleine Körper hinein, welche auf der Waſſerfläche ſchweben blieben: ein Kügelchen Queckſilber, 2 bis 3 Linien lange Stücke ſehr feinen Silberdrahts, und ein wenig Zinnpulver. Als alles in völliger Ruhe war, nahm ich das Glas in beide Hände, hob es vorſichtig auf, und drehte es, indem ich es immer ſenkrecht hielt, zwei bis drei Mahl ziemlich ſchnell um ſeine Achſe. Die kleinen Körper, welche auf dem Waſſer ſchwammen, drehten ſich alle zugleich mit dem Glaſe, und kamen zugleich mit demſelben in Ruhe. Das flüſſige Waſſer unter der Oberfläche dagegen nahm die Kreisbewegung des Glaſes nicht ſogleich an, und verlor ſie nicht plötzlich, wenn ich aufhörte, das Glas um ſeine Achſe zu drehen. Kurz, es hatte ganz den Anſchein, daſs ſich auf der Oberfläche des Waſſers eine wahre Haut befinde, und daſs dieſe Haut ſo feſt an den Wänden des Glaſes ſitze, daſs ſie mit denſelben zugleich ſich bewegen und ruhen müſſe.

Als ich die kleinen auf dem Waſſer ſchwebenden Körper mit einer guten Loupe durch den Aether hindurch betrachtete, blieb mir kaum noch ein Zweifel, daſs wirklich eine ſolche Art von Haut an der Oberfläche des Waſſers vorhanden ſey, beſonders, wenn ich dieſe mit der Spitze einer Nadel berührte. Denn man ſah dann die kleinen Körper, welche von dieſer Haut getragen wurden, alle zugleich erzittern.

Ich hatte diesen kleinen Apparat in einem Zimmer ruhig stehen lassen, bis aller Aether verdunstet war. Als ich nun die Oberfläche des Wassers wiederum mit der Loupe besah, fand sie sich noch genau in demselben Zustande. Die kleinen Körper schwammen noch auf ihr, und befanden sich an denselben Stellen und in derselben Entfernung von einander.

Wurde dieser Versuch mit einem cylindrischen Glase von einem viel grösern Durchmesser angestellt, so war die Wirkung, welche von der Adhäsion der Wasserhaut an den Wänden des Glases herrührt, in den Theilen nahe bei der Achse minder merklich. Es war mir schwer, zu verhindern, dass die kleinen auf dem Wasser schwebenden Körper sich nicht vereinigten; und geschah dieses, so wurde die Masse häufig zu schwer, um schweben zu bleiben; sie durchbrachen die Haut des Wassers, und sanken an den Boden des Glases hinab.

Wenn die Wassertheilchen stark an einander adhäriren, so, dünkt mich, sey es eine nothwendige Folge dieser Adhäsion, dass an der obern Fläche des Wassers, und selbst *an allen Oberflächen* desselben, eine Art von Haut entsteht; die kleinsten Theilchen des Wassers, oder vielmehr kleine flüssige Massen, die aus einer grosen Menge solcher Theilchen bestehen, mögen übrigens noch so beweglich seyn, wenn sie sich entfernt von der Oberfläche befinden, und also ihre Flüssigkeit ein freies Spiel hat.

Wenn ein kleiner feſter Körper, den man auf die Oberfläche des Waſſers bringt, naſs wird, ſo befindet er ſich in dem Augenblicke *unter der Haut dieſer Flüſſigkeit*, und dieſe Haut kann ihn nicht mehr verhindern, herab zu ſinken. Bei dieſem Sinken äuſsert die Klebrigkeit des Waſſers ſich auf eine ganz andere Art, die jedoch hier unendlich weniger merkbar iſt, als in ihrer Wirkung an den Gränzen der Flüſſigkeit; doch es iſt noch nicht Zeit, dieſen Theil des Gegenſtandes zu berühren.

Bei dem folgenden Verſuche hatte ich die Abſicht, den Widerſtand ſichtbar zu machen, welchen die Haut an der *untern Fläche einer Waſſerſchicht* einem feſten Körper leiſtet, der in dem Waſſer frei herab ſinkt.

*Verſuch* 6. Ich füllte ein kleines mit einem Fuſse verſehenes Glas mit ſehr reinem und unbeſchmutztem *Queckſilber* zur Hälfte an, und goſs darüber 3 Linien hoch Waſſer, und über das Waſſer eine Lage *Aether* von 2 Linien Dicke. Als alles in Ruhe war, lieſs ich ein kleines Queckſilbertröpfchen, $\frac{1}{3}$ Linie dick, durch den Aether hinab ſinken. Es war zu ſchwer, um von der Haut an der obern Fläche des Waſſers zurück gehalten zu werden, zerriſs ſie, und ſank durch das Waſſer bis an die untere Fläche deſſelben hinab. Hier aber blieb es ſtehen, ohne mit der Queckſilbermaſſe, auf der es dem Anſcheine nach ruhte, zuſammen zu flieſsen, und es verlor ſeine Kugelgeſtalt ſelbſt dann nicht,

wenn ich es mit dem Ende einer Feder hin und her bewegte, oder etwas drückte.

Unstreitig war es die Haut der untern Fläche der Wasserschicht, welche das Kügelchen verhinderte, die Queckfilbermasse zu berühren; und da die Haut auf dieser Masse auflag und von ihr getragen wurde, so überraschte es mich nicht, dafs sie ein Queckfilberkügelchen zu tragen vermochte, welches viel zu grofs war, um nicht die Haut der obern Wasserfläche zu zerreifsen.

Dafs dieses der wahre Grund ist, warum das Queckfilberkügelchen an der untern Fläche des Wassers schweben blieb, davon überzeugte ich mich noch mehr, als ich diesen Versuch wiederhohlte, mit dem einzigen Unterschiede, dafs ich statt des reinen Wassers Wasser nahm, worin arabisches Gummi aufgelöst worden war. In der That blieben jetzt viel gröfsere Queckfilbertröpfchen schweben, da die Klebrigkeit des Wassers hierdurch vermehrt worden war.

Ich stellte ferner den Versuch so an, dafs ich über das Queckfilber blofs eine Lage *Aether* goss. Die Theilchen dieser Flüssigkeit scheinen sehr wenig Adhäsion unter einander zu haben, und deshalb glaubte ich, die Art von Haut, welche sich an den Oberflächen derselben bilde, werde nur wenig tragen können. Das Resultat des Versuchs bestätigte diese Vermuthung völlig. Selbst die kleinsten Queckfilbertröpfchen, welche ich durch den Aether hinab sinken liefs, flossen fast immer sogleich mit

der Queckſilbermaſſe zuſammen, und verſchwanden, und nie iſt es mir gelungen, auf der obern Fläche des Aethers ein Tröpfchen Queckſilber oder das kleinſte Theilchen Zinn oder irgend einen Körper, der ſpecifiſch ſchwerer als dieſe Flüſſigkeit war, zum Schwimmen zu bringen.

Die Reſultate dieſes Verſuchs waren nicht merklich anders, als ich *Alkohol* ſtatt des Aethers nahm.

Man weiſs, wie auſserordentlich ſchnell der Aether verdunſtet. Sollte nicht auch dieſes ein Beweis ſeyn, daſs die kleinſten Theilchen deſſelben mit ſehr viel weniger Kraft an einander adhäriren, als die kleinſten Theilchen des Waſſers? Doch der folgende Verſuch giebt hierfür einen entſcheidenden Beweis.

*Verſuch* 7. Ich füllte ein kleines Glas zur Hälfte mit Queckſilber, goſs darüber eine 4 Linien dicke Schicht Aether, und blies auf ſie mit einem gewöhnlichen Hand-Blaſebalg. In weniger als 1 Minute war aller Aether verſchwunden. Als ich dieſen Verſuch mit Waſſer wiederhohlte, hatte ſich die Menge deſſelben nach 1 Minute noch nicht merklich vermindert.

Was wir von unſrer Kindheit an täglich zu ſehen gewohnt ſind, wird für uns ſelten ein Gegenſtand des Nachdenkens, und pflegt kaum noch unſre Aufmerkſamkeit zu feſſeln. Wir ſehen, ohne in Erſtaunen zu gerathen, den Wind ganze Wolken von Staub aufheben und weit wegführen; und doch wiſſen wir, daſs jedes Staubtheilchen wahre Felsmaſſe

ist, drei Mahl specifisch schwerer als Wasser, und so grofs, dafs die Gestalt desselben sich unter einem guten Mikroskope vollkommen erkennen läfst. Und ohne Verwunderung sehen wir, gleich daneben den Wind über Wasser hinstreichen, das weit leichter als der Staub ist, und dessen Theilchen noch ohne Vergleichung kleiner sind, ohne dafs das Wasser auf dieselbe Art vom Winde fortgeführt wird.

Wir können uns nicht besser davon überzeugen, dafs die Wassertheilchen durch Adhäsion stark an einander gefesselt sind, ja dafs sie es seyn müssen, soll auf der Erde nicht alles aus dem Gleise kommen, als wenn wir uns die Folgen vorstellen, welche eintreten müfsten, wenn diese Kraft der Adhäsion in ihnen plötzlich aufgehoben würde.

Da dann der Wind die Wassertheilchen noch sehr viel leichter als den feinsten und leichtesten Staub entführen würde, so müfste bei jedem starken und anhaltenden Winde, der vom Ocean herbliese, eine Ueberschwemmung entstehen; die Schifffahrt wäre nicht länger möglich, und die Ufer des Meeres, der Seen und grofser Ströme würden völlig unbewohnbar seyn. Dafs das Wasser in Masse beisammen bleibt, davon ist die Adhäsion der Wassertheilchen unter einander die Ursache. Sie bedeckt das Wasser an der Oberfläche mit einer sehr starken Haut, welche dasselbe schützt, dafs es nicht vom Winde zerstreut wird. Ohne diese Adhäsion würde das Wasser flüchtiger als der Aether seyn, und wandelbarer als der Flugsand.

Sie ist auch die Ursache einiger andern Phänomene, welche für den Haushalt der Natur von der höchsten Wichtigkeit sind.

Die Klebrigkeit, welche aus der Adhäsion der Theilchen an einander entsteht, macht das Wasser geschickt, allerlei Körper aufgelöst zu erhalten, die leichtesten, wie die schwersten, wenn sie nur in höchst feine Theilchen zertheilt sind. Ich finde durch eine Rechnung, welche auf Thatsachen beruht, die ich für ausgemacht halte, dass ein Kügelchen reinen und festen Goldes, dessen Durchmesser $\frac{1}{3000000}$ Zoll betrüge, vermöge der Klebrigkeit des Wassers, in einer ruhigen Masse desselben schweben bleiben würde, selbst wenn es ringsum nass wäre.

Diese Klebrigkeit, dieser Mangel an vollkommener Flüssigkeit, welcher macht, dass das Wasser allerlei Art von Substanzen in sich schwebend und aufgelöst erhält, macht es auch so vorzüglich geschickt, das Vehiculum der Nahrung für Pflanzen und für Thiere zu seyn; und wir sehen in der That, dass es dieses Amt ausschliesslich versieht. Hörte die Adhäsion der Wassertheilchen unter einander plötzlich auf; würde das Wasser mit Einem Mahle vollkommen flüssig: so müssten alle lebende Geschöpfe an Erschöpfung umkommen.

Es sey mir erlaubt, auf die Einfachheit der Mittel aufmerksam zu machen, deren die Natur sich zu ihren Zwecken bedient, und tiefe Bewunderung und Anbetung für den auszudrucken, der der Urheber so vieler Wunder ist.

## II.

*Ueber*

# *Feſtigkeit und Flüſſigkeit,*

von

H. F. Link,
Profeſſor zu Roſtock. *)

Die Feſtigkeit wurde lange für die Grundeigenſchaft der Materie genommen. Dieſes führt nothwendig auf Atome. Wir entgehen dieſen nur, wenn

*) Ich entlehne die folgenden Ideen aus einem der geiſtreichſten Werke, welches ſeit mehrern Jahren in Deutſchland im Gebiete der Naturwiſſenſchaften erſchienen iſt: *Ueber Naturphiloſophie*, von Link. Leipz. 1806. Sie ſtehn in einer ſehr genauen Beziehung mit dem vorigen Aufſatze, mit welchem der Herr Graf von Rumford ſich einen neuen Lorbeerzweig zu erringen beginnt, und werden in dieſer Verbindung wahrſcheinlich die Aufmerkſamkeit finden, welche ſie verdienen, und die ihnen bisher nicht geworden zu ſeyn ſcheint. Daſs das, wovon Herr Graf von Rumford als von einer *Haut* ſpricht, von ihm nicht wirklich für eine Haut gehalten wird, ungeachtet es beſonders S. 129 ſo ſcheint, ſchlieſse ich daraus, weil er es ſelbſt für etwas erklärt, das durch die Adhäſion der Waſſertheilchen an einander bewirkt wird, indem das Waſſer an den Oberflächen ſeine Flüſſigkeit nicht frei äuſsern kann. Nur im Innern der

wir die Festigkeit von der Flüssigkeit ableiten, und dieses will ich hier versuchen.

Flüssigkeit ist Verschiebbarkeit aller Theilchen mit der kleinsten Kraft, weil dort Gleichförmigkeit der Berührung rings umher Statt findet. An den äussern Flächen, wo die letztere fehlt, muss auch die erstere fehlen. So viel ich einsehe, ist dieses so wohl der wahre Erklärungsgrund des Hrn. Grafen von Rumford, als der des Hrn. Prof. Link, welcher darauf eine sehr einfache Theorie der Festigkeit gründet. Auch der 5te Versuch des Grafen von Rumford erklärt sich hieraus; denn ist an der Oberfläche der Flüssigkeit Mangel an Verschiebbarkeit der Theilchen unter einander, so müssen die Erscheinungen dort so seyn, als man gele es an Flüssigkeit und als wäre fester Zusammenhang da mit den Glaswänden.

Folgende Stelle aus der „*Bibliotheque Britannique*, *Aouft* 1806, wird hier einen schicklichen Platz finden. Sie rührt von Herrn Tardy de la Broffy, *ancien Capitaine de Génie*, her, der zwar oft, doch nicht immer mit Glück, (vergl. *Annalen*, XXIV, 389,) in ihr als Kritiker über Gegenstände der Physik auftritt. „Würden diese Queckfilber-„kügelchen von 0,2 Linien Durchmesser, welche „auf dem Wasser schwimmen, nicht in dassel-„be hinab sinken, ohne Zwischenkunft einer an-„dern Kraft, welche ihrer Schwere wirksam wi-„dersteht? und diese Kraft, welche sie beim Ue-„bergange aus einem Mittel in das andere zurück „hält, ist sie eine andere, als die Verwandtschaft „oder die Anziehung zwischen diesen Kügelchen „und der Oehl- oder Aetherlage, durch die sie

Der Charakter eines flüſſigen Körpers beſteht darin, daſs ſich die Theilchen deſſelben durch die

„hindurch gegangen ſind? Die Intenſität dieſer „Verwandtſchaft ſey, welche man wolle, immer „findet in dieſem Falle eine relative Adhärenz in „ihrem *Maximo* Statt, weil das Oehl die ganze „Oberfläche berührt, indeſs die Verwandtſchaft „des Waſſers mit dieſen Kügelchen, ſey ſie auch „noch ſo groſs, doch verhältniſsmäſsig unwirkſam „iſt, indem ſie nur aus der Ferne, oder doch „nur auf einen kleinen Theil der untern Fläche der „Kügelchen wirkt. Es wird hieraus begreiflich, „wie in den Verſuchen des Grafen von Rum„ford das Gewicht eines Queckſilberkügelchens „von 0,2 Linien Durchmeſſer ſo weit vermindert „werden konnte, daſs es weniger ſchwer war als „das Waſſer, auf welchem es ſchwamm, und in „das es ſich, wie alle leichtere Körper, ſo tief ein„ſenkte, als dieſer Ueberreſt an Gewicht es mit „ſich brachte. Vereinigen ſich mehrere Kügelchen „in dieſe Einſenkung, welche der Herr Graf bild„lich einen Sack nennt, ſo vermehrt ſich das Ge„wicht ſtärker als die Oberfläche; die Einſenkung „wird daher tiefer, und ſie tauchen ſich endlich „ganz unter. Dieſelbe Erklärung paſst auf den „6ten Verſuch, bei dem das Waſſer auf dem Queck„ſilber ruhte.“

Statt weitläufiger Widerlegungen nur ein paar Fragen: Warum gelang der 6te Verſuch nicht mit Aether? warum gelangen die übrigen Verſuche nicht, als Alkohol über dem Waſſer ſtand? Beides hätte geſchehen müſſen, wäre des Hrn. Tardy de la Broſſy Erklärung die wahre. Als zwei und

geringſte bewegende Kraft an einander verſchieben laſſen. Es iſt auffallend, daſs dieſes Kennzeichen, welches Newton ſchon richtig angab, bis auf Kant vergeſſen wurde. Man ſetzte gewöhnlich die Flüſſigkeit in die höchſt geringe Anziehung der Theilchen zu einander. Ein Tropfen widerlegt dies. Eine Platte wird vom Waſſer nur durch eine beträchtdrei Kügelchen im 6ten Verſuche in demſelben Sacke zuſammen kamen, *ohne ſich zu vereinigen*, wurde keinesweges die Maſſe in gröſserm Verhältniſſe als ihre Oberfläche vermehrt; ſeine Erklärung dieſes Falles iſt alſo unſtatthaft. Wie will ferner Hr. Tardy de la Broſſy das Schwimmen kleiner ſchwerer Körper auf Flüſſigkeiten, über denen keine andere Flüſſigkeit ſteht, erklären? doch nicht etwa aus der Verwandtſchaft derſelben zur Luft? Und endlich, wenn nach ihm das Queckſilberkügelchen ringsum vom Oehle berührt wird, wie kann da aus der Anziehung des Oehls zum Queckſilber in dem Kügelchen ein Beſtreben, nicht zu ſinken, entſtehen? wird es dann nicht durch dieſe Anziehung nach allen Richtungen mit gleicher Kraft getrieben, herabwärts gerade eben ſo ſtark als heraufwärts? Das Waſſer vermag dem Oehle die Queckſilberfläche nicht ſtreitig zu machen, wie die Adhäſionsverſuche lehren, von denen *Annalen*, XXIV, 121 f., die Rede geweſen iſt; und aus denſelben Verſuchen erhellt auch, daſs die Oehltheilchen mit den Waſſertheilchen mehr Adhäſion als unter einander haben. Lauter Gründe, warum mir die Erklärung des Herrn Tardy de la Broſſy in dieſem Falle nichts zu erklären ſcheint. *Gilb.*

beträchtliche Gewalt abgeriſſen, und zwar benetzt abgeriſſen; alſo wird der Zuſammenhang der Waſſertheilchen aufgehoben, nicht bloſs das Anhängen des Waſſers an die Platte. Es iſt der gänzliche Mangel an Reibung, an dem Widerſtande, welchen ein Theilchen auf das andere leiſtet, wodurch ſich die flüſſigen Körper beſonders auszeichnen. Dieſer Mangel zeigt ſich auch in dem Verhalten, welches der erſte hydrauliſche Lehrſatz ausſagt. Die Geſchwindigkeit, womit das Waſſer aus einer engen Oeffnung flieſst, wenn die Waſſerhöhe im Gefäſse unverändert bleibt, verhält ſich wie die Wurzel aus den Höhen: ſo bald nämlich die ganze Säule bis an die Oberfläche zum Fluſſe gekommen iſt, welches bald geſchieht, fallen die Theile im Waſſer eben ſo herab, als im Freien, ohne die mindeſte Reibung, und ohne den geringſten Aufenthalt. Jedes Theilchen eines flüſſigen Körpers ſtrebt ſich ferner nach allen Richtungen mit der Kraft zu bewegen, womit es nach einer gedrückt wird. Dieſes iſt ein allgemeiner Ausdruck für den Seitendruck der flüſſigen Körper und ihr Beſtreben, eine Horizontalebene auf ihrer Oberfläche zu bilden.

Wo iſt nun das Phyſiſch-Einfache, wo das Zuſammengeſetzte? Im Feſten, oder im Flüſſigen? Offenbar liegt das Einfache im Flüſſigen. Hier iſt Mangel an Reibung, dort ein Widerſtand zwiſchen den Theilchen, welcher von Etwas herrühren muſs. Hier iſt Gleichheit der Wirkungen auf jedes Theilchen, dort Ungleichheit. Aber was noch vorzüg-

lich hierbei in Betrachtung zu ziehen ist: der flüssige Körper erscheint in allen Theilen, die nur künstlich bestimmt werden, sich gleich, der feste hingegen, so gleichförmig er scheinen mag, stellt sich, wenigstens dem bewaffneten Auge, als ein Haufen von natürlich getrennten *Blättchen* oder *Fasern* dar. Festigkeit kann also auf keine Weise eine ursprüngliche Eigenschaft der Körper seyn; jene Zusammensetzung der Blättchen oder Fasern findet erst Statt, wenn der flüssige Körper in den festen übergeht, und es ist zu erforschen, wie und auf welche Weise es geschehe.

Es ist Zusammenhang in flüssigen Körpern; wir können uns also des Ausdrucks: anziehende Kräfte bedienen. Soll ein Theil sich zwischen den andern so bewegen, als ob diese nicht vorhanden wären, wie es im flüssigen Körper der Fall ist, so müssen die Wirkungen der anziehenden Kräfte für dieses Theilchen sich einander aufheben, entgegen gesetzt und gleich seyn. Für zurück stofsende Kräfte, wenn man ihrer nöthig hätte, müfste dasselbe gelten. Gegen die Oberfläche zu, wo von einer Seite, weniger Theilchen wirken, findet kein Unterschied der Flüssigkeit Statt; also rühren jene Wirkungen nur von den nahe umgebenden Theilchen her. *Flüssig* heifst folglich ein Körper, wenn sich die Wirkungen der anziehenden und zurück stofsenden Kräfte unter der Oberfläche überall einander aufheben, so dafs sich jedes Theilchen zwischen den übrigen frei bewegt.

Aber *in der Oberfläche?* Hier wirken offenbar nur Theilchen von einer Seite, von der andern gar keine, oder doch Theilchen von ganz anderer Art, denen man eine gleiche Wirkung nicht zuschreiben kann. Also ist an der Oberfläche Ziehung von einer Seite, Ungleichheit der Wirkung, folglich Hindernifs des Verschiebens, *und der flüssige Körper erscheint an der Oberfläche fest.*

Fragen wir die Erfahrung um Rath, so finden wir dieses völlig bestätigt. Körper, welche specifisch schwerer sind, als Wasser, z. B. Nadeln, schwimmen auf der Oberfläche desselben, und drücken sich dabei gleichsam als eine Haut nieder. Man mufs sich hüten, die Haut durch unvorsichtiges Auflegen zu zerreifsen, oder die Nadel zu benetzen, sonst sinkt sie sogleich unter. Gewöhnlich wird dieses den anhängenden Luftblasen zugeschrieben. Aber man entdeckt diese nirgends, die Nadel liegt vielmehr ganz über dem Wasser, und man müfste annehmen, die Luft halte sie durch ihre Adhäsion schwebend. Einen Körper, so schwer, als der Unterschied des specifischen Gewichts von Wasser und Metall beträgt, erhält doch die Luft nirgends schwebend, folglich ist diese Erklärung keinesweges zutreffend.

Wie wenn nun ein Körper aus sehr vielen Oberflächen bestände? Müfste dann nicht der Widerstand, der sich bei einem flüssigen Körper ein Mahl, nämlich an der Oberfläche, befindet, eben so oft wiederhohlt werden, als Oberflächen da sind? Müfs-

te er nicht, bei Vermehrung der Oberflächen, *feſt* erſcheinen? Eine Menge von Blättchen, in einiger Entfernung von einander, mit andern durchkreuzt, damit ſie ſich nicht berühren, muſs einen *feſten Körper* bilden, und eben ſo eine Menge von ſich durchkreuzenden Faſern. In dieſen dünnen Blättchen, in dieſen Faſern iſt alles, wie im flüſſigen Körper, und das Ganze iſt doch *feſt*. *)

Die Erfahrung kommt uns zu Hülfe. Im Mineralreiche ſind faſt alle Kryſtalle aus *Blättchen* gebildet, die ſich in verſchiedenen Richtungen durchkreuzen und einander nicht berühren; ſonſt würde man ſie als Blättchen nicht wahrnehmen können. In den übrigen Foſſilien finden wir auch, je härter ſie ſind, deſto deutlichere Spuren des blättrigen Gewebes. Die *Faſern* gehören dem organiſchen Reiche an, ob wir gleich auch in dieſem feine Blätt-

*) Ich habe ſchon vor mehrern Jahren dieſe Theorie in einem Aufſatze in den *Annales de Chimie* vorgetragen. Er war die Folge einer Unterredung mit Fourcroy, (welcher den Aufſatz auch hat einrücken laſſen,) über den damahligen Zuſtand der Phyſik und Chemie in Deutſchland. In Herrn von Crell's *chemiſchen Annalen* wurde der Aufſatz überſetzt. Der Ueberſetzer fragt in einer Anmerkung: Sind aber nicht dieſe Blättchen ſchon feſte Körper? Ich erſchrak, als ich dieſes las. Alſo hatte mich nicht einmahl der Ueberſetzer, der jedes Wort übertragen muſste, verſtanden!

*Link.*

eben als Membranen finden. Es möchte wohl wenig feste Körper geben, wo man nicht jene Bildung aus Blättchen und Fasern entweder mit bloſsem Auge oder bei scharfen Vergröſserungen wahrnehmen, oder mit der gröſsten Wahrscheinlichkeit vermuthen könnte.

Ein vollkommen flüſſiger Körper würde doch immer an der Oberfläche dem Verschieben der Theilchen ein Hinderniſs entgegen setzen, und dieſes Hinderniſs würde auch Statt finden, wenn eine Bewegung im Innern eine Trennung der Oberfläche zur Folge hätte; aber dieſes Hinderniſs ist geringe. Je mehr es vervielfältigt wird, desto fester, desto härter ist der Körper. So läſst sich also die *Festigkeit* aus der Flüſſigkeit ableiten, und die *erste Eigenschaft* der Körper ist nicht die Festigkeit, es ist vielmehr der negative, gestaltloſe, gleichförmige Zustand der Flüſſigkeit.

Die gegebene Theorie der Festigkeit hat wenigstens einen groſsen negativen Nutzen. Mehrere, selbst Kant, haben Schwierigkeiten bei dem Begriffe der *Auflösung* gefunden, indem es ihnen schwer begreiflich schien, daſs die kleinen unzertheilten Theilchen der aufgelöſten Körper in einer Flüſſigkeit, welche sie oft an specifischem Gewicht übertreffen, schwimmen könnten; und sie sahen sich daher genöthigt, eine Theilung ins Unendliche vorzunehmen. Andere haben die Auflösung durch eine Anziehung des Auflösungsmittels erklärt, wel-

che die Theilchen ſchwebend erhält. Sie dachten aber nicht daran, daſs entgegen geſetzte Wirkungen ſich aufheben, und folglich nichts leiſten; daſs jedes Theilchen des aufgelöſten Körpers nach allen Seiten gezogen wird, und dieſe entgegen geſetzten ſich aufhebenden Richtungen der Ziehkräfte das Theilchen nicht zurück zu halten vermögen, und daſs endlich auf dieſe Art die Trennung bei der Auflöſung nicht erklärt wird. Man ruft auch hier die Verwandtſchaft zu Hülfe, aber wir haben kein Beiſpiel, daſs dadurch die gleichartigen Theile eines Stoffes ſich einander abſtoſsen.

Wie nun, wenn zwiſchen die Blättchen oder Faſern eines feſten Körpers der flüſſige eindringt, ſich in dieſen Zwiſchenräumen verdichtet, ſo daſs er ganz oder beinahe die Dichtigkeit des aufzulöſenden Körpers erlangt? Offenbar wird dadurch die Ungleichheit der Anziehungen, welche von dieſen Zwiſchenräumen herrührte, aufgehoben, und mithin auch die Urſache der Feſtigkeit des Körpers. Das Gemenge iſt nun gleichförmig, in Rückſicht der Dichtigkeit; jedes Theilchen wird von den anliegenden auf gleiche Weiſe gezogen oder geſtoſsen; die Wirkungen heben ſich auf; das Theilchen iſt nun leicht beweglich, und das Ganze zu einem flüſſigen Körper geworden. Bei völliger Ruhe würde die Form des aufzulöſenden Körpers bleiben, aber die geringſte bewegende Kraft verſchiebt die Theilchen an einander und vermiſcht ſie.

Ich habe dieſer Erklärung zwar nur einen negativen Nutzen zugeſchrieben; indeſſen ſehen wir ſie von der Erfahrung beſtätigt. Ein Körper z. B., welcher ſich in Waſſer auflöſt, durchdringt nicht die ganze Waſſermaſſe. Es ſteigen Luftblaſen auf; ein Beweis von dem Eindringen des Waſſers in die Zwiſchenräume. Der Körper fällt nach und nach aus einander. Es entſteht eine Flüſſigkeit, welche aber auf dem Boden ruht, auch nur durch Schütteln mit der ganzen Waſſermaſſe vereinigt wird; und dann erſt iſt das Waſſer überall mit dem aufgelöſten Körper angefüllt, der ſich durch lange Ruhe nicht wiederum ſondert. So geſchieht nach und nach die Auflöſung, oder Verwandlung in eine flüſſige Materie auf eine ganz einfache Weiſe, und es bedarf keiner unbegreiflichen Durchdringung, oder ſonderbaren Abſtoſsung, um dieſe Erſcheinung zu erklären.

Eben ſo wird der Wärmeſtoff, wenn er in die Zwiſchenräume der Blättchen dringt, ſie von einander trennt und ohne Ordnung zuſammen bringt, dieſe Zwiſchenräume nach und nach ganz verſchwinden machen, und den feſten Körper zu einem flüſſigen umſtalten können. Die Verſchiedenheiten werden auf die Dichtigkeit und andere Eigenſchaften ſelbſt ankommen. Unſre künſtlichen Inſtrumente ſind nicht fähig, in die äuſserſt feinen Zwiſchenräume der Blättchen zu dringen, ſonſt würden ſie, gleich dem Wärmeſtoffe, aus dem fe-

ften Körper einen flüſſigen machen. Hierin liegt auch die Urſache, warum wir einem durch mechaniſche Inſtrumente getrennten feſten Körper ſeine vorige Feſtigkeit nicht wieder geben können, wir mögen die Bruchflächen noch ſo genau, als wir können, an einander paſſen. Denn die getrennten an der Bruchfläche leicht aus ihrer Lage gebrachten Blättchen können wir nicht mehr ſo genau, jedes an ſein zugehöriges bringen, um den vorigen Körper wieder herzuſtellen.

Man ſieht aus dieſem, wie weit ſich dieſe Theorie ausdehnen, wie viel ſich daraus erklären lieſse. Aber man hüte ſich wohl, mit dieſen Blättchen und Faſern zu ſpielen, und etwas anzunehmen, was nicht bald durch die Erfahrung zu beſtätigen iſt.

Indem der Wärmeſtoff ſtrahlend die Flüſſigkeit verläſst, trennt er ihre Theile, bildet Zwiſchenräume, und zuerſt wenigſtens gerade Faſern, die unter beſtimmten von der Strahlung abhängenden Winkeln anliegen. Es iſt leicht, einzuſehen, wie ſich daraus Blättchen und feſte regelmäſsige Maſſen bilden. Gefrierendes Waſſer zeigt uns deutlich die Punkte, von welchen das Gefrieren und die Strahlung des Wärmeſtoffs anfing. Ich habe Bergkryſtalle vor mir, wo ſich die innere Struktur deutlich ſehen läſst, und wo die unter beſtimmten Winkeln anliegenden Blättchen offenbar die Kante des Kryſtalles bilden, und eine noch mehr innere Struktur verrathen, als die, worauf Hauy ſeine Sätze

gründete. Dieser nimmt einen schon gebildeten Kern an, ohne dessen Bildung weiter zu erörtern.

Ich habe der Strahlung gedacht. Als eine merkwürdige Bewegung, die in geraden Linien nach allen Richtungen geschieht, ist sie oft genug mathematisch, selten aber physisch betrachtet worden. Sollte sie auch bei ihrem ersten Ursprunge elastisch seyn, so ist sie es doch nachher nicht mehr, denn sie treibt nicht alle Körper in einer Sphäre um sich fort. Die Erfahrung belehrt uns von dieser strahlenden Bewegung, und sie ist ohne Zweifel von der wichtigsten Folge. Unbegreiflich ist nichts an den strahlenden Körpern, so unbegreiflich auch manches beim ersten Blicke scheinen mag: nicht die Schnelligkeit, womit die Strahlung geschieht, weil äusserst feine Stoffe einer solchen fähig sind, wenn sie durch viel gröbere bewegt werden; nicht die Kraft, womit sie andere Materien durchdringen, denn feine Theilchen treffen auch nur feine Theilchen in den feinsten Blättchen, und die Zerstörung, welche sie machen, kann die Anziehung sogleich wieder herstellen. Mag man sich dieses vorstellen, wie man will, immer wird man die Strahlung gegen die vertheidigen können, welche die Unbegreiflichkeit vorschützen, um andere entferntere, von der Natur uns mehr ableitende Erklärungen dafür zu geben. Die Strahlungen des Wärmestoffs sind auch in der Chemie und Meteorologie nicht ohne wichtige Folgen. Dieser Stoff scheint sich ela-

ſtiſch zu bewegen, indem er die Körper ausdehnt und ſchmelzt; ſtrahlend aber, indem er durch flüſſige Körper fortgeht, wie das Licht. Doch will ich nicht mehr behaupten, Licht- und Wärmeſtoff ſey eine und dieſelbe Materie, nur in der Bewegung verſchieden. Denn durch die Annahme einer verſchiedenen Bewegung läſst ſich zu viel auf Eine Materie zurück führen, und wenn man die Geſchwindigkeit nicht angeben, ihre Wirkungen nicht darſtellen kann, nützt eine ſolche Behauptung nichts.

## III.

## *Einige neue galvani'sche Versuche und einige Athmungsversuche,*

von

Dr. Bunzen
zu Kopenhagen.

Herr Dr. Bunzen hat sich schon vor mehrern Jahren durch die interessanten galvani'schen Versuche mit ausserordentlich mächtigen Säulen, welche sich in den *Annalen*, B. XV, S. 340 f., finden, als ein geschickter Experimentator und eifriger Naturforscher bekannt gemacht. Diesen Ruhm scheint mir sein *Beitrag zu einer künftigen Physiologie*, Kopenh. 1805, 144 S., 8., zu bestätigen. Man liest diese Schrift mit Belehrung und Vergnügen, auch wenn man in alle Ansichten nicht einstimmen, und vielleicht wünschen möchte, der modischen Medicin darin weniger gehuldigt, und die Manier der neuen speculativen Physik völlig vermieden zu sehen, welche nur zu oft Ausrufungen statt Beweise und Orakelsprüche statt Schlussfolgen giebt, und in deren gröfsten Theils sehr incorrecten Lieblingsphrasen sich nur der gefallen kann, der es für ehrenvoll hält, das Wahrzeichen der Schülerschaft an sich zu tragen. Wer seine Ideen mit so gut erdachten und so geschickt ausgeführten Versuchen als Herr Dr. Bunzen zu belegen weifs, scheint dieses Hülfsmittels nicht zu bedürfen. Dieser erste Beitrag enthält einen *Beweis, dafs die thierische Wärme weder aus mechanischen noch aus chemischen Principien hergeleitet werden kann, nebst einem Versuche zu einer neuen Erklärung nach dynamischen Grundsätzen;*

angehängt sind einige *Bemerkungen über die Polarität im thierischen Körper*. Der erste Aufsatz ist mit einer Klarheit geschrieben und mit einer Gelehrsamkeit ausgeführt, wie man sie in den Schriften der modischen Medicin und Physik nicht häufig findet, und, was in diesen eben so selten ist, sie enthält mehrere neue und wichtige Versuche. Diese sind es, welche ich dem Leser hier mittheile. Herrn Bunzen's frühere Versuche lassen an der Richtigkeit derselben schwerlich zweifeln, ob es gleich sonst allerdings bedenklich ist, Versuchen eines speculativen Physikers ungeprüft zu vertrauen.

Herrn Bunzen's Ideen von der Wärme sprechen sich, (um mich eines Losungsworts der neuen Naturphilosophie zu bedienen,) in folgenden Stellen aus: ——„Man kann in der That der phlogistischen Theorie Stahl's den Ruhm einer sinnreichen Erfindung nicht versagen: ja, was noch mehr ist, man muss zugestehen, dass Anhänger derselben schon den allgemeinen Dualism der Natur geahndet, und dass sie, wenn gleich nicht deutlich eingesehn, doch schon dunkel gefühlt haben müssen: die Wärme entstehe aus der Vereinigung eines Positiven und Negativen, oder, mit andern Worten: sie sey nichts anderes als ein Indifferenzprozefs." —— „Wenn wir also blofs unsre Schlüsse aus den Prämissen deduciren wollen, die wir auf dem Wege der experimentellen Untersuchung finden, so wird schon die Materialität des Wärmestoffs uns unbegreiflich vorkommen, und die Phänomene derselben eher ein Uebergang von einer gewissen Form der Körper zu einer andern zu seyn scheinen. Und was ist nun dies für eine Form, wird man fragen, in welche die Körper durch Wärme gebracht werden? Etwa die flüssige? Aber was ist das Flüssige anders als das Formlose? Und dies Flüssige, dies Formlose, ist dies nicht die eigentliche Indifferenz der Natur? So wird also die Wärme nichts wei-

ter seyn können, als der allgemeine Indifferentialprozeſs der Natur. Wie schön dieſes Reſultat aber auf die Wärmephänomene der Organiſation paſst, wird hoffentlich weiter unten im Verfolge dieſer Unterſuchung einleuchten."

„Ich verlaſſe hier den Leſer," ſo beſchlieſst Herr Bunzen, „und wiederhohle noch ein Mahl meine Bitte um Nachſicht und gelinde Beurtheilung. Er prüfe das, was ich geſagt habe; und ſollte Eins und das Andere ihm anders vorkommen, als mir, ſo bedenke er, daſs es ungleich leichter iſt, auf einem ſchon gebahnten Wege fortzuſchreiten, und in die Fuſstapfen eines Andern zu treten, als ſich ohne Wegweiſer auf ein pfadloſes Feld zu begeben, wo zwar die Hauptſterne der Natur den aufmerkſamen Naturforſcher in etwas leiten können, wo aber die manchen noch nicht bekannten Irrwege auch ihn leicht auf eine unrechte Bahn zu bringen im Stande ſind."

---

## *Wärmeerzeugung bei der Zerſetzung des Waſſers durch einen ſehr mächtigen Strom galvani'ſcher Electricität.*

Schon in der Einleitung zu dieſer meiner Abhandlung, ſagt Herr Dr. Bunzen, S. 103 f., habe ich die Leſer auf die Idee zu bringen geſucht, daſs durch jedes entſtehende Gleichgewicht zwiſchen dem Attractiven und Repulſiven, und insbeſondere, daſs durch jede Verbindung der poſitiven und negativen Electricität, Wärme hervor gebracht werde. Was mich zuerſt auf dieſen Gedanken brachte, war

der überall bekannte Adams'ſche Verſuch. Adami nämlich *) hielt eine ſehr ſenſibles Thermometer in den electriſchen Strom zwiſchen 2 hölzernen Kugeln. Es ſtieg darauf von 65° Fahrenh. zu 100°, 105°, 110°. Herr Dr. van Marum, **) der dieſen Verſuch nachmachte, brachte das Thermometer ſogar dahin, daſs es von 45° bis zu 152° ſtieg.

Ferner iſt es einleuchtend, daſs die Schmelzung und Verkalkung der Metalle nicht durch Hitze bewirkt wird, welche durch eine Art von Verbrennung derſelben vom Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft abgeſchieden wird, ſondern daſs hier die Hitze aus der Vereinigung zwiſchen der poſitiven und negativen Electricität ihren Urſprung nimmt; ***) eine ähnliche Bewandtniſs hat es mit dem Verbrennen der Metalle, welches an der galvani'ſchen Säule hervor gebracht wird. Daſs Herr Dr. van Marum Metalle in mephitiſchen Luftarten und unter Waſſer ſchmelzte, beſtärkte mich noch mehr in meiner Vermuthung.

Um noch mehr jene Meinung zu begründen, wollte ich ſelbſt eine Reihe von Verſuchen anſtellen. Die erſte Gelegenheit, welche ſich mir hier-

*) Siehe deſſen *Eſſay on Electricity*, Edit. 2. London 1785, S. 384. *B.* [Nicholſon, *Annalen*, XX, 336, ſchreibt dieſen Verſuch dem bekannten Künſtler Nairne zu. *d. H.*

**) S. Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 3, S. 7.

***) Vergl. *Annalen*, XXIV, 342. *d. H.*

zu darbot, war folgende. Ich hatte, in der Abſicht, Verſuche anderer Art anzuſtellen, eine galvaniſche Batterie von 1500 Abwechſelungen von Kupfer, Zink und Pappſcheiben, die in einer Salmiakſolution durchgefeuchtet waren, erbaut. Da ich damahls gerade keinen Gasentwickelungsapparat, wobei ſich ein Thermometer hätte anbringen laſſen, bei der Hand hatte, ſo ſchloſs ich die Kette durch eine einfache mit deſtillirtem Waſſer gefüllte Glasröhre, durch deren Enden ſilberne Nadeln bis ins Waſſer reichten. Es war meine Abſicht, zu verſuchen, ob in dieſer Röhre nicht wirklich Wärme, und zwar ſo viel hervor gebracht werden ſollte, daſs ſie durchs Gefühl wahrgenommen würde. Nachdem ich die Kette 8 bis 10 Minuten geſchloſſen hatte, berührte ich den mittelſten Theil der Röhre mit meinen Fingern; ſie zeigte zu meiner gröſsten Verwunderung und Ueberraſchung nicht bloſs eine geringe Temperaturerhöhung, ſondern war in der That ſtark erhitzt. Herr Oberhofmarſchall von Hauch, der damahls gerade mich mit ſeiner Gegenwart beehrte, war Zeuge dieſer intereſſanten Erſcheinung.

Um den Verſuch genauer anzuſtellen, lieſs ich mir 2 verſchiedene Gasentwickelungsröhren verfertigen. Die eine hatte folgende Figur: Λ, und war an ihrer oberſten Spitze mit einem ſehr ſenſibeln Thermometer verſehen. Die Figur der andern Glasröhre war wie beiſtehende: ΛΛ, und ſie hatte an beiden Spitzen Thermometer.

Ich ſtellte zuerſt mit der erſtern den Verſuch an, an einer Batterie von 1500 Abwechſelungen aus Kupfer, Zink und Pappſcheiben, die mit Salmiakſolution befeuchtet waren. Die Entwickelungsröhre war anfangs mit deſtillirtem Waſſer, in der Folge aber mit Salmiakauflöſung gefüllt. Die Metalldrähte, welche alle feine Spitzen hatten, gingen durch einen Kork in die angefüllte Röhre; ſie beſtanden abwechſelnd aus Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Zink und Blei; aber es war beinahe gleichgültig, welches Metall man in dieſer Abſicht anwendete. Uebrigens hatten ſie eine ſolche Länge, daſs ſie von beiden Seiten die Kugel des Thermometers erreichen konnten.

Zuerſt wurde, wie geſagt, die Röhre mit deſtillirtem Waſſer angefüllt. Die Temperatur war 14° Reaum. und der Abſtand der Drähte unter ſich 1 Zoll. Als die Kette geſchloſſen wurde, war die Gasentwickelung ſtark; das Thermometer ſtieg, und nach Verlauf von 10 bis 12 Minuten ſtand es unbeweglich auf 23° Reaum. *)

Ich

*) Herrn geh. Oberbaurath Simon in Berlin war es, (wie er in den *Annalen*, X, 299, erzählt,) nicht geglückt, in einem Waſſerzerſetzungsapparat, in welchem ſich ein feines Lufthermometer befand, an deſſen Kugel die Platindrähte anlagen, die mindeſte Temperaturveränderung, bei Einwirkung einer Säule aus 100 Schichtungen auf den Apparat wahrzunehmen, obſchon ſich in jeder Minute

Ich füllte darauf die Röhre mit Salmiakſolution. Die Entwickelung von Gas war bedeutender. Das Thermometer ſtieg, und nach einigen Minuten ſtand es unbeweglich auf 38°.

Da die Röhre aus ſehr dünnem Glaſe beſtand, und das Waſſer, das ſich aus den Pfröpfen hervor drängte, verdampfte, ſo vermuthete ich, die Röhre, umgeben von ſchlechten Wärmeleitern, und ſo eingerichtet, daſs das Waſſer nicht verdampfen, und mithin die Röhre abkühlen könnte, würde eine weit höhere Temperatur zeigen. Ich nahm daher guten trockenen Flanell, und wickelte ihn 10 bis 12 Mahl um die Röhre, kittete, um die Verdunſtung des Waſſers zu hindern, die Korkpfröpfe luftdicht ein, und lieſs, um dem von der entwickelten Luft gepreſsten Waſſer Ablauf zu verſchaffen, ſehr dünne, einige Zoll lange Glasröhren luftdicht durch die Pfröpfe gehen. Ich füllte die Röhre mit Salmiak-

te 6 Kubiklinien Gas in der Röhre bildeten. Dagegen finde ich in den intereſſanten Verhandlungen der Geſellſchaft zur Beförderung der Naturkunde und Induſtrie Schleſiens, B. 1, Heft 1, Breslau 1806, S. LXIII, folgenden Aufſatz des Sekretärs der Geſellſchaft, des Herrn Regimentsquartiermeiſters Müller, eines geſchickten und ſehr eifrigen Naturforſchers, erwähnt: „Darſtellung des Reſultates eines Verſuchs der Waſſerzerſetzung mit der Voltaiſchen Batterie, bei dem das „Thermometer die dabei entſtehende Temperaturerhöhung anzeigt.“ *d. H.*

solution, schloss die Kette, und hatte das Vergnügen, das Thermometer bis zu 60° steigen zu sehen.

Die zweite Röhre mit den beiden Thermometern sollte dazu dienen, zu sehen, auf welcher Seite die höchste Temperatur Statt fände. Die Versuche mit ihr wurden durch dieselbe Batterie angestellt, und zwar wiederum zuerst mit reinem Wasser, und darauf mit Salmiaksolution. Die Temperatur war 10° Reaum. Nachdem die Kette eine Minute hindurch geschlossen war, stand das Thermometer bei dem Drahte, der Sauerstoffgas gab, auf 12° Reaum; das Thermometer dagegen bei dem Drahte, der Wasserstoffgas gab, auf 8° Reaum. Nach Verlauf einiger Minuten stieg letzteres bis zu 10°, dann zu 12°, und endlich blieben beide Thermometer auf 15° Reaum. stehen. Würde statt des Wassers die Salmiaksolution genommen, so war Alles wie vorher, ausgenommen dass beide Thermometer bis 20° Reaum. stiegen.

Der Unterschied in der Temperaturerhöhung bei der doppelten Röhre hatte seinen Grund in dem grösern Abstande zwischen den Nadeln. Aber dessen ungeachtet war die Temperatur bei den Nadeln nicht am höchsten. Das Gefühl gab offenbar eine weit höhere Temperatur in der mittelsten Biegung der Röhre zu erkennen; eine interessante Erscheinung, die eine nähere Untersuchung verdiente, und deutlich zeigt, dass die Wärme wirklich ein Indifferentialprozess ist.

Wenn man nun bedenkt, dafs ähnliche Prozeffe zwifchen jeder Platte der Batterie, wo Kupfer und Zink durch einen naffen Körper von einander getrennt waren, Statt fanden, fo wird man leicht einfehen, welche bedeutende Wärmeentwickelung auch hier vor fich ging.

### *Eine galvani'fche Batterie aus Frofchpräparaten.* *)

Nachdem es mir, [*Annalen*, XV, 340,] geglückt war, in verfchiedenen präparirten Fröfchen Contractionen dadurch hervor zu bringen, dafs ich den Muskel des einen mit dem Nerven des andern, und umgekehrt, in Berührung brachte, machte ich den Verfuch, mehrere Frofchextremitäten zu einer einzigen fo genannten organifchen Batterie zu verbinden; und fo viel ich weifs, bin ich der erfte, der auf diefe Idee verfallen ift.

Die Bedingungen zur Anftellung diefes, wie mich dünkt, fehr wichtigen Verfuches, find in der Kürze folgende: Die Fröfche müffen einen fehr hohen Grad von Incitabilität haben, hurtig, leicht und vermittelft fcharfer Inftrumente präparirt, und die Nerven nicht in gerader, fondern vielmehr in fchräger Linie übergefchnitten werden, fo dafs der Schnitt fo fchief wie möglich wird. Denn nach meiner Erfahrung gehört das Neurilema, (oder die Nervenfcheide,) zu den weniger leitenden Subftanzen,

*) Eben daſelbſt, S. 100 f. *d. H.*

und wirkt in Verbindung mit der Nervenſubſtanz ſelbſt, nicht ſo wohl durch ſeine eigene ihm eigenthümliche leitende Natur, als durch die daſſelbe bekleidende Feuchtigkeit. Es iſt unbeſchreiblich, wie ſehr es die Verſuche erleichtert, auf dieſe Art die Nervenſubſtanz ſelbſt zu entblöſsen, und wie weit beſſer Alles glückt, als wenn das Neurilema das verbindende Glied iſt. Nachdem nun jene Froſchextremitäten, 12 an der Zahl, präparirt worden waren, wurden ſie durch *Fungus Agaricus*, den man vorher in Salmiakſolution getaucht hatte, mit einander vereinigt. Die Ordnung der Batterie war: Nerve, Muskel, Schwamm, Nerve, u. ſ. w.; das eine Ende alſo fing mit dem Nerven an, das andere endigte mit dem Muskel. Wurden nun dieſe beiden Enden mit einander in Verbindung geſetzt, ſo entſtanden Contractionen in allen jenen Schenkeln, ausgenommen in zwei, die ich auch nicht ein einziges Mahl ſich bewegen ſah. Bei dieſem Verſuche bemerkt man ebenfalls ſehr ſchön, wie bei der Eröffnung der Kette Contractionen entſtehen. Der Körper, der die Pole mit einander vereinigte, war wechſelsweiſe bald das Fleiſch einer jungen Katze, womit vorher ſchon experimentirt worden war, theils eine krumm gebogene ſilberne Sonde.

Ich glaube, daſs dieſe Verſuche, (um nicht mehrere anzuführen,) hinreichend ſind, um jene ſchon ſeit langer Zeit angenommene Polarität zwiſchen Nerven und Muskeln zu beweiſen.

*Wärme durch Muskelcontractionen.*

Giebt es einen einzigen Verſuch, in welchem man Wärme durch Muskelcontractionen hat entſtehen ſehen? Um dieſe Frage zu beantworten, ſagt Hr. Bunzen S. 114, will ich hier einige von mir angeſtellte Verſuche erzählen, die, ob ſie gleich nicht mit der Genauigkeit und ſorgfältigen Wiederhohlung, welche eine ſo wichtige Sache verdient, ausgeführt ſind, doch dazu dienen können, ein helleres Licht über unſern Gegenſtand zu verbreiten. Es ſey mir erlaubt, *eine* Bemerkung voraus zu ſchicken.

Es iſt ſchon längſt bekannt, daſs durch Muskelcontractionen in der That Wärme erzeugt wird. Thiere, die es friert, bringen, ſo viel es ihnen möglich iſt, alle ihre Muskeln in Action, und eine anſtrengende Körperbewegung erhöht ſtets die Temperatur. Wohl weiſs ich, daſs alle Wärmetheoretiker die Bewegung in dieſer Abſicht zu ihren Erklärungen benutzen, und ſie, ſo gut es ſich thun laſſen will, als ein Wärme erregendes Mittel ihren Syſtemen anpaſſen. Aber ſie ſcheinen nicht daran gedacht zu haben, daſs eine anhaltende Muskelcontraction auch die Temperatur erhöht; eine Bemerkung, die dem berühmten von Humboldt gehört. *) Er erklärt dieſe Erſcheinung aber unrichtiger Weiſe daher, daſs er annimmt, es werde

*) Siehe von Humboldt *über die gereitzte Nerven- und Muskelfaſer*, B. 2, S. 159.

in jenem Zuſtande mehr Materia fibroſa zu den Muskeln hingeführt, und daſelbſt deponirt. So hat auch Dr. Peart *) beobachtet, daſs er, wenn er im Bade ſaſs, die Temperatur des Waſſers um 8 Grade erhöhen konnte, wenn er bloſs mit ſeinen Füſsen eine Zeit lang gegen den Boden der Badewanne ſtieſs.

Was meine eignen Verſuche betrifft, ſo unterſuchte ich, ob man durch Hülfe eines Luftthermometers im contrahirten Muskel hervor gebrachte freie Wärme entdecken könnte. Ich richtete zu dem Ende ein Thermometer, ungefähr wie Amontons Manometer, ein. Es beſtand aus einer Glaskugel, $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und einer Röhre, deren Durchmeſſer $\frac{1}{2}$ Linie betrug, war mit einer nach Linien eingetheilten Scale verſehen, und hatte in der Röhre eine kleine Perle von Queckſilber, die durch ihr Steigen und Fallen ſelbſt die unbedeutendſten Temperaturveränderungen ſogleich angab.

Mit dieſem Thermometer ſtellte ich folgende Verſuche an. Der Unterleib einer eben geſchlachteten jungen Kuh **) *(iuvenca)* wurde in der möglichſten Eile geöffnet, die Haut der einen Extre-

*) S. *Medical extracts*, Vol. 2, p. 201.

**) Ich hatte denſelben Verſuch ſchon vorher bei einem Paar Ochſen gemacht. Man zog ihnen zwar mit der möglichſten Geſchwindigkeit die Haut ab; doch aber zeigte ſich nicht die geringſte Muskel-

mität abgezogen, und drei grofse Nerven, ohne Zweifel *N. cruralis*, *N. obturatorius* und *N. ischiadicus*, in der Richtung des schiefen Durchmessers übergeschnitten, und mit Zink armirt. Die Muskeln auf dem Unterschenkel (*anticus*) bedeckte ich dagegen mit einem Stücke feinen gehämmerten Silbers. Nun machte ich in die mit Zellgewebe bedeckten Muskeln an der inwendigen Seite des Schenkels einen kleinen Einschnitt, und setzte das Thermometer hinein. Da so Alles zum Versuche in Ordnung gebracht worden war, blieb es in Ruhe, bis die Quecksilberperle die gröfste Höhe erreicht hatte und zu sinken anfing. Nun vereinigte ich die Armaturen der Muskeln und Nerven. Das Thermometer, das vorher auf 287 Linien stand, stieg jetzt auf 296 Linien. Wurde die Kette wechselsweise geöffnet und wieder geschlossen, so blieb es stehen, bis die Erregbarkeit erschöpft war, welches bald erfolgte.

Ich wiederhohlte diesen Versuch bei einem ziemlich grofsen Lamme. Alles war wie vorher, ausgenommen, dafs das Thermometer bei Schliefsung der Kette um eine Linie stieg.

contraction, wenn ich den armirten Muskel und Nerven mit einander vereinigte. Aus dieser Ursache wählte ich ein junges Subject, und zwar von weiblichem Geschlechte, da die Erfahrung lehrt, dafs ihre Incitabilität mehr erhöht ist. *B.*

Man könnte gegen diese Versuche den Einwurf machen, dafs derselbe Erfolg in jedem feuchten Körper, der die beiden heterogenen Glieder der galvanischen Kette mit einander vereinigte, Statt finden müsste. Aber dieser Einwurf fällt weg, wenn man bedenkt, dafs das Steigen des Thermometers im Verhältnisse mit den Aeufserungen der Incitabilität abnahm.

*Einige Athmungsversuche.*

Folgende Versuche, (erzählt Herr Dr. Brunzen S. 52,) sollten mich belehren, ein Mahl, ob wirklich die Gegenwart von Sauerstoff in der eingeathmeten Luft eine nothwendige Bedingung des Lebens sey; und zweitens, welches die Wirkungen einiger so genannten irrespirabeln Gasarten auf unsre Lungen sind.

Ich verschaffte mir äufserst reines *Wasserstoffgas*, indem ich auf die bekannte Weise Wasserdämpfe durch glühende Eisenspäne in Metallröhren zersetzte, und das Gas durch eine dünne Alkali-Auflösung gehen liefs. Erfahrung hatte mich diese Vorsichtsregeln gelehrt; denn Gasarten, die nur im allergeringsten Grade kohlenstoffhaltig sind, zeigen bei Respirationsversuchen den schädlichsten Einfluss auf die Lungen; ich selbst wäre einstmahls, da ich eine Portion etwas kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas einathmete, beinahe ein Opfer jener Erfahrung geworden. Die entwickelte Luft wurde, nachdem sie mit obiger Lauge in der Flasche geschüttelt wor-

den war, und bei der Vermischung mit oxygenirt-salzsaurem Gas keine bedeutende Verminderung im Eudiometer gezeigt hatte, in einen Ballon von ziemlicher Gröfse gebracht. Die Oeffnung des Ballons war mit einer Röhre versehen, die ein Ventil hatte, welches die im Ballon enthaltene Luft heraus zu gehen, aber keine Luft einzudringen erlaubte. Durch öftere Uebung hatte ich mir die Fertigkeit verschafft, stets mit der Nase exspiriren zu können, und blofs mit dem Munde zu inspiriren. So versuchte ich mehrere Mahl das Wasserstoffgas einzuathmen, ja ich ging sogar so weit, dafs ich es 150 (?) Mahl nach der Reihe einathmete. Die Empfindung, welche jenes Gas in den Lungen hervor bringt, ist von derjenigen sehr verschieden, die durch unsre atmosphärische Luft hervor gebracht wird; aber sie ist keinesweges unangenehm, oder unerträglich; ja nach jenen 150 Inspirationen hätte ich gerne noch länger fortfahren können, wenn der Ballon nur mehr Luft gefafst hätte. Die einzige Veränderung, die ich dabei angeben kann, ist eine Art exaltirten Zustandes, dem ähnlich, der nach dem Genusse geistiger Getränke zu erfolgen pflegt; nur ist er weit angenehmer. Die Wärme meines Körpers wurde nicht bedeutend vermehrt; der Pulsschlag aber etwas hurtiger; doch kann man diesen letzten Umstand nicht eben sehr in Betracht nehmen, da man die Veränderung der Respiration hier um so weniger beschuldigen darf, je gewisser und ausgemachter es ist, dafs die Spannung des Geistes, worin

man sich bei dergleichen Versuchen befindet, verbunden mit der ungewohnten Arbeit jener gezwungenen Respiration, eine ähnliche Wirkung hervorbringen kann.

Da es mir unterhaltend zu seyn schien, die Wirkung jenes Gas auf Thiere zu erfahren, so schloss ich eine Maus in eine mit diesem Gas gefüllte Glocke ein. Die Luft war aus einer Solution von Zink in Salzsäure entwickelt, und mit jener Lauge gewaschen. Fünf Minuten hindurch schien das Thier sich ganz wohl zu befinden, darauf gab es Zeichen von unangenehmen Empfindungen, und ich zog es heraus.

Auch die Wirkung des *Stickgas* habe ich so wohl an mir selbst, als auch an Thieren versucht, und ganz verschiedene Resultate erhalten, je nachdem ich mir die dazu nöthige Luft, auf diese, oder auf jene Weise verschafft hatte. Es scheint nämlich, als ob jene Luftart, eben so wie Wasserstoffgas, eine Verbindung mit Kohlenstoff erleiden könne. Denn bedient man sich z. B. des Gas, welches man durch Einsperrung von Kohlen in atmosphärische Luft sich verschafft hat, so wird man, ungeachtet man den Rückstand mit Kalkwasser oder Lauge, um ihn von seinem kohlensauren Gas zu befreien, geschüttelt hat, dennoch ein für die Respiration äusserst beschwerliches Gas erhalten, das, wie ich glaube, kein Mensch im Stande seyn wird, mehr als drei Mahl nach der Reihe einzuathmen. Luft dagegen aus Braunstein, den man nicht völlig zum Glühen

hat kommen laſſen, oder aus atmoſphäriſcher Luft, die mit einem Amalgam aus Zinn, Blei und Queckſilber geſchüttelt worden, läſst ſich, wie Waſſerſtoffgas, ohne Schwierigkeit einathmen. Wie lange aber? kann ich, da ich nur kleine Quantitäten gehabt habe, nicht beſtimmen. Eine Maus lebte $\frac{1}{3}$ Minute darin; aber da die Glocke nur klein war, ſo gab ſie bald ihr unangenehmes Gefühl durch mancherlei Zeichen zu erkennen, und ſtarb endlich, doch bei weitem nicht auf eine ſo heftige Weiſe, als eine andere, die ich in derſelben Glocke in atmoſphäriſche Luft eingeſperrt hatte, und die darin ungefähr $1\frac{1}{2}$ Minute lebte.

# IV.

## UNTERSUCHUNGEN

*über die Schwefelmetalle,*

von

L. PROUST,

Professor der Chemie zu Madrit.

*Frei bearbeitet von* Gilbert. *)

---

### *Schwefel-Kupfer.*

Das Schwefel-Kupfer ist ein zweites Beispiel eines Schwefelmetalles, welches sich im Mineralreiche mit Ueberschufs an Schwefel findet. (?)

Bisher hatte die chemische Analyse noch kein Licht über die wahren Charaktere des Schwefel-Kupfers verbreitet. Kein Wunder daher, dafs die Mineralogen es bisher stets falsch beschrieben und mit andern Erzen vermengt haben. In seiner gröfsten Reinheit ist das Schwefel-Kupfer immer von einem dunkeln Blau, oder Violett, oder von dem kupfrigen Teint, den der Indigo zeigt, wenn man ihn mit einem polirten Körper reibt. Beigemengtes kohlensaures Kupfer, rothes Eisenoxyd, u. dgl., können diese Farbe verändern; nimmt man aber durch eine Säure, welche sie auflöst, diese fremden

*) Fortsetzung von S. 57 des vorigen Heftes. *Gilb.*

Körper fort, ſo kömmt das Schwefel-Kupfer in ſeiner wahren Farbe zum Vorſchein. *)

Die Schwefel-Kupfer, welche ich Gelegenheit gehabt habe zu unterſuchen, enthielten in 100 Th.

*) Bekanntlich ſoll das *Kupferglas* der Mineralogen ein ſolches natürliches Schwefel-Kupfer, mehr oder minder rein, ſeyn; Herrn Prouſt's Aeuſserung ſcheint anzuzeigen, daſs ſie die Charaktere deſſelben von nicht reinem, mit andern Verbindungen vermengtem, entlehnt haben; daher vielleicht auch der Name: *Graukupfererz*, den es bei einigen führt. Herr Klaproth erhielt aus 100 Theilen derben und mäſsig weichen Kupferglaserzes aus Sibirien, nachdem er es in Salzſäure unter Beihülfe von Salpeterſäure aufgelöſt hatte, 18½ Theil Schwefelpulver, das ſich abſchied, 78½ Th. Kupfer, durch Eiſen daraus reguliniſch niedergeſchlagen, 3 Th. braunen Eiſenoxyds, und ½ Th. Kieſelerde, (*Beitr.*, Th. 2, S. 276.) Sollte indeſs nicht etwas Schwefel durch die Salpeterſäure acidifirt worden ſeyn? Auch glaubt Herr Karſten, daſs dieſes geſchmeidige Kupferglas von dem gewöhnlichen durch ſo weſentliche Charaktere ſich unterſcheide, daſs es eine eigene Art ausmachen ſollte, (*Miner. Tabellen*, S. 46 und 76; Hauy *Mineral.*, t. 3, p. 554.) Verbinden ſich 100 Th. Kupfer mit 28 Th. Schwefel zu dem gewöhnlichen Schwefel-Kupfer; ſo würden, um 78½ Th. Kupfer völlig zu ſättigen, 22 Th. Schwefel erfordert; es iſt nicht unwahrſcheinlich, daſs wenigſtens 3½ Th. Schwefel bei Herrn Klaproth's Verfahren ſich acidifirt haben können. (Man vergl. im vorigen Hefte S. 64 und 65.)

Gilb.

14 bis 15 Theile überflüssigen Schwefel. Eine mäßige Hitze reichte hin, diesen aus ihnen auszutreiben, und der Rückstand, der dann in der Retorte blieb, war das blaue Schwefel-Kupfer, welches nach einem festen unveränderlichen Verhältnisse mit Schwefel verbunden und damit gesättigt ist. Und zwar ist dieses Verhältnifs dasselbe wie bei dem künstlichen Schwefel-Kupfer, nämlich 28 Theile Schwefel auf 100 Theile Kupfer. Wenn man diese 86 Theile, welche nach dem Erhitzen eines recht reinen natürlichen Schwefel-Kupfers zurück bleiben, in Salpetersäure auflöst, sie mit Schwefel-Wasserstoff daraus niederschlägt und den Niederschlag mäßig erhitzt, um den Ueberschufs von Schwefel fortzutreiben, so erhält man wiederum 86 Theile Schwefel-Kupfer. Man sieht hieraus, dafs, wenn gleich das natürliche Schwefel-Kupfer einen Ueberschufs an Schwefel haben kann, es von dem künstlichen Schwefel-Kupfer deshalb nicht verschieden ist, nachdem man es des überflüssigen Schwefels beraubt hat.

[Ich habe in meinem ersten Aufsatze, (sagt Hr. Proust in dem zweiten,) bemerkt, dafs das Schwefel-Kupfer, wie man es in der Natur gewöhnlich findet, mit einem Ueberfluss an Schwefel, und zwar von 14 bis 15 Procent, vorzukommen pflegt. Es wäre sehr möglich, dafs das Kupfer sich eben so, wie das Eisen, nach zwei verschiedenen Verhältnissen mit dem Schwefel verbände; und dieses verdiente untersucht zu werden. Man müfste sich aber dazu

des reinen Schwefel-Kupfers bedienen, welches mit keinen andern Schwefelmetallen vermengt ist. Denn in den zusammen gesetzten Erzen, worin das Schwefel-Kupfer nur eins der mehrern Schwefelmetalle ausmacht, habe ich es ohne Ueberschuss an Schwefel gefunden.] *)

Nie kömmt, weder in der Natur noch durch Kunst, Kupferoxyd mit Schwefel chemisch verbunden vor. Werden beide mit einander in die Rothglühehitze gebracht, so geben sie nichts anderes als blaues Schwefel-Kupfer. Im Augenblicke, wenn dieses sich durch Schmelzung bildet, entsteht eine beträchtliche Entbindung von Hitze und Licht; wie man diese indess bei genauer Ansicht für ein Verbrennen habe halten können, ist in der That zu bewundern. **)

Das dunkelblaue Schwefel-Kupfer kann sich im Kupfer selbst auflösen, und zwar nach sehr verschiedenen Verhältnissen; eine solche Vereinigung sind die *Schwarzkupfer*, welche gewöhnlich noch Eisen

*) Dieser Gedanke des Herrn Proust scheint durch das, was in der Anmerkung S. 165 angeführt ist, einige Wahrscheinlichkeit zu erhalten. — Vielleicht dass das geschmeidige Kupferglas sich zu dem gewöhnlichen ungefähr so, wie der Magnetkies zum gewöhnlichen Schwefelkies verhält. *Gilb.*

**) Dafür nahm sie die verdiente Gesellschaft amsterdammer Chemiker, welche auf diese lebhafte Lichterscheinung eine Einwendung gegen Lavoisier's Theorie des Verbrennens gründete. *Gilb.*

enthalten: [den Beweis dazu, sagt Herr Proust an einer andern Stelle, *Journ. de Phys.*, 1801, *Juin*, p. 401, wird man in meiner Arbeit über das Schwarzkupfer finden.] Säuren von 10 bis 12 Grad nach Beaumé's Aräometer trennen von ihnen die Metalle, indem sie es auflösen, ohne das Schwefel-Kupfer zu zersetzen, es sey denn, dass man Wärme zu Hülfe nähme.

Gewöhnlich ist das Schwefel-Kupfer durch eine Beimischung anderer Metalle verlarvt; wie z. B. von Schwefel-Eisen in den Kupferkiesen, in denen es leicht ist, die Gegenwart des blauen Schwefel-Kupfers darzuthun.

[Alle *Kupferkiese*, bemerkt Herr Proust im zweiten Aufsatze, enthalten Schwefel-Kupfer innig vereinigt mit Schwefel-Eisen, und zwar immer mit Schwefel-Eisen im *Maximo*. In der Destillation geben sie daher weit weniger Schwefel, als eben so viel reiner Schwefelkies; der schöne Kupferkies von Avalar in Biscaya so z. B. nur $\frac{1}{12}$tel seines Gewichts. Auch greifen nur die Säuren den Kupferkies an, welche den Ueberschuss an Schwefel im Eisen zu oxydiren vermögen. Wenn man Kupferkiese mit Kali zusammen schmelzt, so tritt dieser Ueberschuss an Schwefel an das Kali, und das Schwefel-Eisen wird zum *Minimo* herab gebracht; und nun lassen sie sich vermittelst verdünnter Schwefelsäure zerlegen. Diese löst das Schwefel-Eisen im *Minimo* völlig auf, ohne das Schwefel-Kupfer anzugreifen, welches mit der dunkelblauen Farbe

Farbe zum Vorſchein kömmt, die einer der Charaktere deſſelben iſt. Auf dieſe Art läſst ſich finden, in welchem Verhältniſſe dieſe beiden Schwefelmetalle im Kupferkieſe enthalten ſind. Kennt man aber den Antheil des Kupferkieſes an Schwefel-Kupfer, ſo weiſs man auch, wie viel er an Kupfer enthält; denn in der Natur eben ſo wenig als durch Kunſt kömmt der Schwefel in einem andern Verhältniſſe chemiſch mit Kupfer verbunden vor, als zu 28 Theilen auf 100 Th. Kupfer. Noch ein anderes Mittel, um die Menge Schwefel-Kupfer in einem Kupferkieſe zu finden, iſt folgendes: Man löſt ihn in Salpeterſäure auf, ſchlägt die Auflöſung mit Schwefel-Waſſerſtoff nieder, und bringt den Niederſchlag in einer Retorte zum Rothglühen. Das Produkt giebt ſtets die wahre Menge des Schwefel-Kupfers, welches zuvor im Erze enthalten war.]

Kommen zu dem Schwefel-Eiſen und Schwefel-Kupfer als Grundlagen, noch andere Schwefelmetalle hinzu, z. B. Schwefel-Spieſsglas, Schwefel-Blei, Schwefel-Arſenik, Schwefel-Queckſilber, Schwefel-Silber, Schwefel-Zink, u. ſ. f., jedes einzeln; ſo entſteht daraus eine ganze Reihe von *grauen Kupfererzen*, die durch dieſe verſchiedenen Metalle ihre graue Farbe erhalten, deshalb aber nicht ſilberhaltig zu ſeyn brauchen, wie das die Mineralogen ſonſt glaubten. Unter den grauen Kupfererzen, die wir aus Amerika erhalten, giebt es manche, denen über dies noch gediegenes Silber, Rothgiltigerz, kohlenſaures Eiſen und Manganes

ſchwefelſaurer Baryt, u. ſ. f., beigemengt ſind. *) Von ſo verſchiedener Natur ſind Minern, welche die Mineralogen ohne Unterſchied in den beiden Geſchlechtern, *Weiſskupfererz* und *Kupferfahlerz*, (*mines blanches* et *mines grises de cuivre*) zuſammen gehäuft haben.

Das *Kupferfahlerz* von la Cren im Königreiche Valencia beſteht aus vier verſchiedenen Schwefelmetallen: Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Spiefsglas und Schwefel-Queckſilber. Es findet ſich nierenweiſe in Kalkbreccien, welche aus den Ueberreſten von nicht mehr vorhandenen Bergen gebildet ſind, und leidet an ſeiner Oberfläche eine Zerſetzung, die drei der mit den

*) H. Prouſt erzählt im *Journ. de Phyſ.*, 1805, Sept. p. 272, er habe in den aus Amerika gekommenen Mineralien, welche 3 bis 4 Schwefelmetalle enthalten, *gediegenes Eiſen* gefunden. Es befinde ſich darin in ſehr kleinen Theilchen, und gegen die Berührung der Luft geſchützt. Der Magnet ziehe ſie aus dem gepulverten Minerale aus. Anfangs habe er die vom Magnete ſtark angezogenen Theilchen für ſchwarzes Eiſenoxyd gehalten, ſie löſen ſich aber in verdünnter Schwefelſäure unter Aufbrauſen auf, und geben dabei reines Waſſerſtoffgas, das keinen Geruch hatte und mit Sauerſtoff ſtark detonirte. Das Mineral iſt ſo leicht zerreiblich, daſs weder der Mörſer noch deſſen Keil Eiſentheilchen können hergegeben haben. Hier ſehen wir alſo, ſagt Herr Prouſt, gediegenes Eiſen, auſser allem Zweifel geſetzt. *Gilb.*

Schwefel verbundenen Metalle in Oxyde verwandelt, während das Schwefel-Queckſilber unzerſetzt bleibt, und die verwitterte Miner zinnoberroth färbt. In der Mitte findet ſich immer ein Kern, der aus jenen vier unveränderten Schwefelmetallen beſteht. *)

*) Dieſe Behauptungen des Herrn Prouſt entſprechen ſehr gut den Analyſen, welche vor kurzem Herr Klaproth von mehrern Arten grauer Kupfererze im *allg. Journal der Chemie*, Th. 5, S. 1 f., bekannt gemacht hat. Drei Arten *Fahlerz* von Freiberg beſtanden in 100 Theilen aus 41 bis 48 Th. Kupfer, 14 bis 24 Th. Arſenik, 21 bis 27 Th. Eiſen und aus Schwefel: in welcher Verbindung ſich dieſe Metalle unter einander und mit dem Schwefel befanden, beſtimmt indeſs die Analyſe nicht, und es läſst ſich auch keine Berechnung darüber anſtellen, da die Menge des Schwefels nicht genau bekannt iſt. Herr Klaproth ſetzt ſie vorläufig in allen drei Erzen zu 10 Procent an. So viel Schwefel würde gerade zugereicht haben, um mit dem Kupfer Schwefel-Kupfer zu bilden; nach Hrn. Prouſt würde aber auch das Eiſen an Schwefel gebunden ſeyn, und der Arſenik beide Schwefel-Metalle in ſich enthalten. Fünf andere Erze, denen Hr. Klaproth den Namen: *Graugiltigerze* giebt, ſcheinen aus einer innigen Vereinigung von Schwefel-Kupfer in gröſserer, mit Schwefel-Spieſsglas in geringerer Menge beſtanden zu haben, denen ein kleiner Antheil Eiſen, entweder als Schwefel-Eiſen, oder als Eiſenoxyd, oder vielleicht ſelbſt als reguliniſches Eiſen, eingemengt war, und von denen eine auch etwas Schwefel-Zink, eine andere etwas Schwe-

*Schwefel-Queckſilber.*

Künſtlicher Zinnober, den man dadurch zerſetzt, daſs man ihn mit Spieſsglas zuſammen ſchmelzt, giebt aus 100 Theilen jedes Mahl 85 Th. Queckſilber, und tritt zugleich dem Spieſsglaſe 14 bis 14,5 Theile Schwefel ab. Offenbar iſt alſo das Queckſilber im Spieſsglaſe nicht oxydirt. *) Das Queckſilber hat eine viel gröſsere Verwandtſchaft zum Schwefel als zum Sauerſtoffe; dieſes zeigt ſich bei jeder Gelegenheit. Die Queckſilberoxyde vermögen daher nicht, ſich mit dem Schwefel zu verbin-

fel-Queckſilber und eine dritte etwas Schwefel-Silber enthielt. Wenigſtens entſpricht dieſe Annahme ganz gut den Zahlbeſtimmungen, welche Herr Klaproth angiebt. In dem Graugiltigen von Clausthal fand er ſo z. B. in 100 Theilen: 34½ Th. Kupfer, 29 Th. Spieſsglas, 6½ Th. Eiſen, 3 Th. Silber, 21½ Th. Schwefel; 2½ Th. waren Verluſt. Nun wird erfordert, um zu ſättigen dieſe Menge von Kupfer 10½ Th., von Spieſsglas 10⅓ Th., von Silber ½ Th. Schwefel; und befand ſich das Eiſen im Maximo der Oxydirung, ſo waren damit 3 Th. Sauerſtoff verbunden. Alles das beſteht völlig mit der Analyſe. Eine dritte Art dieſer grauen Kupfererze, welche Herr Klaproth *Spieſsglanz-Bleierz* nennt, iſt eine Verbindung von Schwefel-Blei in gröſster, mit Schwefel-Spieſsglas und Schwefel-Kupfer in kleinerer Menge, wobei ſich ein wenig Eiſen findet. Von ihr weiter hin, bei Gelegenheit eines der folgenden Aufſätze. *Gilb.*

*) Wie das beſonders Foureroy und nach ihm die meiſten Chemiker behauptet hatten. *Gilb.*

den; sie treten demselben vielmehr ihren Sauerstoff ab, und dann erst vereinigen sie sich mit dem Schwefel, welches das entgegen gesetzte Verhalten von dem des Zinks, des Zinnes, des Spiesglases und anderer Metalle ist. *)

Friedrich Hofmann ist, so viel ich weiss, der erste gewesen, der versucht hat, Schwefel-Ammoniak durch Queckssilber zu zersetzen; späterhin haben sich Beaumé und Wiegleb damit umständlicher beschäfftigt. Queckssilber, das man in eine Flasche Schwefel-Kali oder Schwefel-Ammoniak schüttet, zersetzt diese Flüssigkeiten vollständig, indem es sich ihres Schwefels bemächtigt, und sie in Kali und Ammoniak umstaltet; in wenig Tagen geht es aus dem Schwarz in das Rothe über. Bedürfte das Queckssilber Sauerstoff, um sich in Zinnober zu verwandeln, woher sollte es ihn hier nehmen, da dieser Prozess vielmehr sehr gewiss desoxydirend wirkt?

*) So schrieb Herr Proust noch im Jahre 1801; seine spätern Untersuchungen haben ihn indess, wie wir bald sehen werden, belehrt, dass auch der Zink und das Spiesglas sich nur im metallischen Zustande und nie als Oxyde mit Schwefel verbinden. Das Zinn ist nach ihm das einzige Metall, welches hiervon eine Ausnahme macht, und das so wohl reguliniſch, als in einem gewissen Zustande der Oxydirung mit dem Schwefel in chemische Vereinigung zu treten vermag. *Gilb.*

Alle salpetersaure, salzsaure und schwefelsaure Queckfilbersalze und alle Queckfilberoxyde geben im ersten Augenblicke ihrer Vermischung mit flüssigen Schwefel-Alkalien schwarzen Queckfilbermohr. Alle erhitzen sich heftig. Um ihre Färbung in Roth zu beschleunigen, braucht man nur die Phiole mit der Mischung über ein Kohlenbecken zu setzen; im Augenblicke beginnen die Punkte sich zu röthen, auf welche die Hitze sich äufsert. Ob sie dabei etwa Schwefel-Wasserstoffgas hergeben, weifs ich nicht.

Alle diese *auf nassem Wege gebildeten Zinnober* unterscheiden sich durch Farbe und Feinheit; einige ziehn sich ins Violett, andere in Purpur, u. s. f. Der des Sublimats zeichnet sich durch seine ausnehmende Feinheit und durch den Glanz und das Feuer seiner Scharlachfarbe aus; er übertrifft bei weitem das reichste Vermillon, und es ist zu wünschen, dafs er den Mahlern bekannt werde. Andere dieser Zinnober sind pulverulent, und dunkel oder finster; so z. B. die, welche das Schwefelkali giebt; sie haben weder die Feinheit noch den Glanz der andern, weil sie krystallisirt sind. Beim Sublimiren zeigen die auf nassem Wege entstandenen Zinnoberarten nichts besonderes; sie nehmen dabei das Feuer an, das von ihrer feinen Zertheilung durch das Sublimiren herrührt.

Das Zinn, das so grofse Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, entzieht dem Zinnober nichts als Schwefel. Enthielte der Zinnober Sauerstoff, so

würde das Zinn sich desselben mit eben der Leichtigkeit als des Schwefels bemächtigen, da der Schwefel es daran nicht hindert. Denn wenn man Zinnober mit Zinnoxyd im Maximum erhitzt, so erhält man Quecksilber, Schwefel-Zinnoxyd und schweflige Säure, welche letztere von einer Reduction des Zinnoxyds im Maximo zu dem Minimo der Oxydirung, (deren Zahlverhältniss ich noch nicht kenne,) *) herrührt.

Ich versuchte ein Mahl in meiner Jugend den Zinnober aus Quecksilberoxyden und Schwefel *auf trockenem Wege* zusammen zu setzen, da dieses auf nassem Wege gut gelingt. Ich that zu dem Ende 4 Unzen ätzenden Sublimats, den ich mit Schwefel zusammen gerieben hatte, in eine Retorte, und in eine andere Retorte 4 Unzen rothen Quecksilberoxyds, das gleichfalls mit Schwefel zusammen gerieben war, und setzte beide dem Feuer aus. In weniger als einer ½ Stunde erfolgten zwei gewaltige Explosionen, die man überall in den grossen Apotheken der Salpetrière hörte. Mein Bruder, der die erste Retorte besorgte, wurde von einem dicken Qualm von Sublimat umgeben, und war in Lebensgefahr; noch lange blieb seine Brust davon angegriffen. Bei meiner Operation wurde der Dom des

*) Dieses schrieb Hr. Proust im Jahre 1801; seitdem hat er mehrere wichtige Arbeiten über das Zinn unternommen, den Oxydationsgrad des Zinnes im Muschelgolde jedoch noch nicht genau bestimmt.

Ofens in die Luft und die Thür des Feuerherds mit solcher Gewalt bei mir vorbei gegen die Mauer geschleudert, dafs sie zerbrach. — Der Staub, der bei Detonationen von Queckfilberoxyden, die mit Schwefel gemischt sind, nach Bayen's Methode, aufsteigt, ist Zinnober von einem violetten Roth.

Der durch Hitze gebildete Queckfilbermohr wird mit der Zeit von selbst roth, *dans les bocaux à procédés oxidans.* Queckfilber, das mit geschmolzenem Schwefel in eine Retorte gegossen wird, veranlafst immer eine Entzündung; wenn man sie aber zuvor beide erhitzt hat, so geht die Verbindung vor sich, und der Mohr giebt Zinnober ohne Flamme. Was die Flamme betrifft, welche sich bei der Bereitungsart der Holländer zeigt, so verdiente sie genauer untersucht zu werden, als bisher.

Gieſst man in eine Auflösung von ätzendem Sublimat allmählig Schwefel-Wasserstoffwasser, so schlägt sich mildes Queckfilber nieder, es bleibt reine Salzsäure zurück und der ätzende Sublimat verschwindet gänzlich. Dieses beweist, dafs im ätzenden Sublimate das Queckfilber stärker als im milden Queckfilber oxydirt ist, und dafs jener mehr Salzsäure enthält als dieses. *) — Wird dagegen die Su-

*) Lemeri erzählt in den pariser Memoiren, er habe einen Alchymisten gekannt, der versüfstes Queckfilber wie Brod gegessen habe; er habe ihn 4 Un-

blimatauflöſung plötzlich in das Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer gegoſſen, ſo verwandelt ſich alles in Queckſilbermohr und die Salzſäure bleibt allein.

zen mit einem Mahle hinunter ſchlucken ſehen, und von ihm die Verſicherung erhalten, daſs er oft das thue, um ſich das Blut zu reinigen. Dieſe Anekdote, deren Autorität ſich nicht bezweifeln läſst, veranlaſst mich, zu fragen, was denn wohl von den 18 oder 24 Gran milden Queckſilbers zu halten ſey, welches die Aerzte täglich zu nehmen zu verordnen pflegen. Ich fürchte ſehr, es möge mit den Wirkungen deſſelben dieſelbe Bewandtniſs haben, als mit denen des Sedativſalzes, und ſo viel anderer Medicamente, die weiter nichts Empfehlenswerthes haben, als die Ehre, von einem Menſchenalter zum andern in unſern Dispenſatorien und in unſrer Materia medica zu figuriren.

*Prouſt.*

Die Antwort hierauf dürfte das Folgende enthalten, was ich aus der *Berliner Zeitung*, No. 43, 1806, entlehne, wo indeſs die Quelle der Erzählung nicht angegeben wird. „In Conſtantinopel lebt ein Greis von 106 Jahren unter dem Namen Soliman, den man in der ganzen Stadt nur den *Sublimatſchlucker* nennt. Er hat unter 6 Kaiſern gelebt. Wie alle Türken, gewöhnte er ſich ſchon in der Jugend an den Genuſs des Opiums, nahm immer ſtärkere Doſen, und ſchritt endlich zum Genuſſe des *ätzenden Sublimats*, von welchem er nun ſeit länger als 30 Jahren täglich 1 Drachme verſchluckt. Den Anfang damit machte er in der Apotheke eines Juden; er forderte eine Drachme Sublimat, ſchüttete ſie in ein Glas Waſſer und ver-

Wird mildes Queckſilber in einer Retorte mit Schwefel erhitzt, ſo erhält man Zinnober und ätzenden Sublimat; jenes theilt ſich folglich in zwei Theile, wovon der eine ſich mit dem Sauerſtoffe und der Salzſäure verbindet, welche der andere Theil fahren läſst, indem er ſich mit dem Schwefel vereinigt. — Auch der mineraliſche Turpeth auf dieſelbe Art behandelt, verwandelt ſich in Zinnober, und der Sauerſtoff, den er fahren läſst, bildet ſchwefelige Säure.

Concentrirte Schwefelſäure zerſetzt den Zinnober eben ſo, wie die Schwefelkieſe und andere Schwefelmetalle, indem ſie den Metallen Sauerſtoff abtritt; daher ſteigt dabei ſtets ſchweflig-ſaures Gas auf.

## *Schwefel - Arſenik.*

Auch dieſes Schwefelmetall hat mich lange getäuſcht.

ſchluchte ſie. Der Apotheker erſchrak, und befürchtete angeklagt zu werden, einen Muſelmann vergiftet zu haben, ſah ihn aber zu ſeinem groſsen Erſtaunen am folgenden Morgen wiederkommen, und eine ähnliche Doſis verſchlucken. Lord Elgin und andere Engländer haben dieſen auſserordentlichen Mann gekannt, und ihn oft ſagen hören, es gebe keine angenehmere Empfindung, als die, welche er nach dem Genuſſe dieſes Giftes verſpüre. Seit dem König Mithridat hat ſich ſchwerlich jemand in ſolchem Grade zu einem Genuſſe dieſer Art gewöhnt." *Gilb.*

Erhitzt man *Arſenikſäure* oder *weiſſen Arſenik* mit Schwefel, ſo verlieren beide ihren Sauerſtoff, geben ſchwefligſaures Gas und verwandeln ſich mit Schwefel in eine durchſichtige glasartige Maſſe von einem falben *Roth*, welche in der Hitze ſich zu ſublimiren fähig iſt. *Arſenikmetall*, auf dieſelbe Art behandelt, giebt dieſelbe Verbindung, genau von der nämlichen Flüchtigkeit, Farbe und Durchſichtigkeit.

Erhitzt man dieſen Schwefel-Arſenik mit Kohle, oder mit Zinn, u. ſ. f., ſo bleibt er unverändert. Nur im Anfange kömmt äuſſerſt wenig ſchwefligſaures Gas, und Schwefel- und Arſenik-Waſſerſtoffgas, welche von der Feuchtigkeit herrühren; dann weiter nichts.

Das *natürliche* ſchuppige und biegſame *Auripigment* ſchmilzt ohne Aufwallen und giebt eine glaſige, rothe, durchſichtige Maſſe, dem *Realgar* ähnlich, die durch Kohle nicht verändert wird. Vielleicht giebt es in der Natur Schwefel-Arſenikoxyde; zuverläſſig ſind das aber die Verbindungen nicht, welche durch Hitze gebildet ſind. Auch der natürliche Realgar von Ronda in Andaluſien iſt eine Verbindung des Arſeniks in Metallgeſtalt mit Schwefel.

[In dem fünften der Aufſätze, die zu Anfang dieſer Unterſuchungen genannt ſind, (über die Rothgiltigerze, geſchrieben 1804,) macht Herr Proust über dieſen Gegenſtand noch einige Bemerkungen, welche hierher gehören.]

Ich kenne, sagt er, das Verhältniss der Bestandtheile des Schwefel-Arseniks nicht genau. Aus 100 Theilen Arsenik und 300 Theilen Schwefel, die ich in einer Retorte mit einander erhitzte, habe ich ein Mahl 222, ein zweites Mahl 234 Theile eines durchsichtigen, dunkeln grün-gelblichen Schwefel-Arseniks erhalten. Da der Schwefel flüchtiger als der Schwefel-Arsenik ist, so dürfte es nicht schwer seyn, den rechten Sättigungspunkt zu erlangen; andere Geschäfte haben mich aber von diesen Versuchen abgezogen. Wir sehn indefs aus ihnen schon so viel, dafs der Schwefel-Arsenik durchsichtig ist, und dafs kein anderes Metall Schwefel in solcher Menge mit sich zu verbinden vermag, als der Arsenik. Die natürlichen, schuppigen Auripigmente und der Realgar aus Japan sind nichts als einfacher reiner Schwefel-Arsenik, und enthalten keinen Sauerstoff, wie man allgemein anzunehmen geneigt ist. Auch schmelzen sie, (und bleiben durchsichtig im Flusse,) ohne schweflig-saures Gas zu geben. Erhitzt man Arsenikfäure oder weifses Arsenik-Oxyd mit Schwefel, so desoxydiren sie sich vollständig, und geben denselben Schwefel-Arsenik als das reguliniſche Metall: diese Resultate belehren uns, dafs es kein Schwefel-Arsenik-Oxyd giebt.

So weit Herr Proust.

[Diese seine Ansichten über den Schwefel-Arsenik sind seitdem von Hrn. Thenard in Paris, der schon in mehrern Untersuchungen mit Hrn. Proust zusammen getroffen war, aufgenommen und weiter

verfolgt worden. Die Notiz, welche Hr. Thenard von ſeiner Arbeit über das Operment und den Realgar der philomathiſchen Geſellſchaft in Paris gegen das Ende des J. 1805 mitgetheilt hat, findet man in den *Ann. de Chimie*, Sept. 1806, p. 284. Es wird dem Leſer angenehm ſeyn, die Hauptſache daraus hier zu leſen, welche dem Texte ſelbſt einzuſchalten ich kein Bedenken trage, da die Unterſuchung ganz im Geiſte des Herrn Prouſt gemacht iſt, und nicht nur ſehr gründlich beweiſt, daſs wirklich das *gelbe* und *rothe Rauſchgelb* Verbindungen des Schwefels mit metalliſchem Arſenik, nicht mit Arſenikoxyd ſind, (wofür man ſie ſeit Bucquet und Bergman allgemein gehalten hatte,) ſondern auch das Miſchungsverhältniſs beider mit Genauigkeit beſtimmt.]

„*Operment* und *Realgar*", ſagt Hr. Thenard, „ſind zwei Arſenikerze, die ziemlich häufig vorkommen. Faſt immer findet man das erſtere in Blättchen von reinem Gelb, und das letztere als eine rothe, mehr oder minder ins Braune ſpielende Maſſe. — — Werden ſie gepulvert auf glühende Kohlen geworfen, ſo ſchmelzen ſie, blähen ſich auf, und ſtoſſen ſchweflige Säure aus, und das der Realgar auf eine mehr in die Augen fallende Art, als das Operment. In verſchloſſenen Gefäſsen calcinirt, ſchmelzen beide auf gleiche Art, blähen ſich gleichmäſsig auf, und ſublimiren ſich, ohne ihre Natur zu verändern, und ohne folglich ſchweflige Säure zu entbinden. — Realgar mit Schwefel geſchmelzt

wird zu Operment; Operment mit Arsenik geschmelzt zu Realgar."

„Beide werden, wie bekannt, nicht von andern *Säuren* angegriffen, als von Schwefelsäure, Salpetersäure, salpetriger Säure und oxygenirter Salzsäure. Die Schwefelsäure wirkt merklich stärker auf Operment als auf Realgar, und entbindet aus jenem mehr schweflige Säure, aber weniger arsenigte Säure als aus diesem. Beide zersetzen die Salpetersäure, selbst ohne Beihülfe der Wärme, und das Operment giebt dabei mehr Schwefel und weniger arsenigte Säure als der Realgar. Gerade so wirken oxygenirte Salzsäure und Königswasser."

„Die *Alkalien*, besonders Kali und Natron, lösen beide selbst ohne Beihülfe von Wärme willig auf. Es bildet sich Schwefelwasserstoff-Kali und arsenigtsaures Kali; denn wenn man Kalkwasser in die Auflösung giesst, so erhält man einen weissen ziemlich beträchtlichen Niederschlag, der, mit kohlensaurem Kali behandelt, eine Flüssigkeit giebt, aus der sich durch Zusatz von hinlänglich viel Salzsäure und durch gehöriges Abdampfen viel arsenigte Säure erhalten lässt."

„Alle diese Versuche zeigen, dass *Operment* verhältnissmässig mehr Schwefel als der *Realgar* enthält, und einige derselben führen auf die Vermuthung, dass weder in dem einen noch im andern Sauerstoff enthalten ist. Die folgenden Versuche werden dazu dienen, die erste dieser Thatsachen

noch feſter zu begründen, und die letzte in das helleſte Licht zu ſetzen."

„Wäre in ihnen der Arſenik als Oxyd enthalten, ſo müſste es ſehr leicht ſeyn, ſie aus arſenigter Säure und aus Schwefel zu bilden. Erhitzt man aber dieſe beiden Körper mit einander in einer Retorte, ſo erhält man lange nichts als ſchweflige Säure; erſt wenn ſich beinahe nichts mehr von dieſem Gas entbindet, entſteht Operment oder Realgar. Man könnte zwar ſagen, der Arſenik ſey in dieſen Verbindungen vielleicht nur minder oxydirt als in der arſenigten Säure; allein, daſs es ein Oxyd der Art gebe, iſt nicht bewieſen. Nie findet ſich, wenn man die arſenigte Säure durch irgend ein Mittel, ſey es ſelbſt Waſſerſtoffgas, reducirt, man unterbreche den Prozeſs, wenn man will, irgend etwas anderes, als arſenigte Säure und Arſenik; und doch würde man, wenn es noch einen fixen Zwiſchengrad von Oxydation gäbe, ihn, bei dieſer Art zu verfahren, ſehr wahrſcheinlich auffaſſen müſſen."

„Wenn man Schwefel und Arſenik in verſchloſſenen Gefäſsen zuſammen ſchmelzt, ſo erhält man, je nachdem man des Schwefels mehr oder weniger nimmt, Operment oder Realgar. Es geben 3 Th. Schwefel mit 4 Th. Arſenik *Operment;* dagegen 1 Th. Schwefel und 3 Th. Arſenik *Realgar.* Dieſer letztere ſchmilzt in ſehr geringer Hitze, und bleibt noch lange flüſſig, nachdem man die Retorte aus dem Feuer genommen hat. Das Operment erfor-

dert etwas mehr Hitze, um in Fluſs zu kommen. Beide ſublimiren ſich und ſetzen ſich im Halſe der Retorte an. Das Operment iſt durchſichtig und von Hyacinthfarbe, ſo daſs man es auf den erſten Blick für Realgar halten könnte; allein auch das natürliche Operment nimmt beim Schmelzen dieſe Farbe an, und wird, wenn man es pulvert, wieder ſehr lebhaft und rein gelb, gerade ſo wie jenes künſtliche hyacinthfarbene Operment. Das auf naſſem Wege, (gleich viel ob durch Zuſammengieſsen von arſenigter Säure und Schwefel-Waſſerſtoff, oder aus einem auflöslichen arſenigt-ſauren Salze, flüſſigen Schwefel-Alkali und einer Säure,) gebildete Operment erſcheint ſogleich in der Farbe des natürlichen nicht geſchmelzten, und ſtimmt mit demſelben in jeder Hinſicht überein. Dies ſcheint ein Beweis zu ſeyn, daſs das gelbe Operment in glänzenden Blättchen, die ſelbſt eine Art von Elaſticität haben, im Innern von Flüſſigkeiten entſtanden iſt, indeſs der Realgar aus Schwefel und Arſenik, die zuſammen geſchmelzt werden, entſteht. Auch iſt es möglich, daſs in der Natur Operment vorkommt, das durch Schmelzung hyacinthfarbig geworden, und daſs man es für Realgar genommen habe."

„Doch, wie dieſem auch ſey, ſo iſt es auſser Streit geſetzt, daſs weder Operment noch Realgar Sauerſtoff enthalten. Beide ſind Schwefel-Arſenik; das *Operment* enthält auf 4 Th. Arſenik 3 Theile Schwefel,

Schwefel, der *Realgar* auf 3 Th. Arſenik 1 Th. Schwefel."

„Nimmt man mehr Schwefel als $\frac{3}{4}$ des Arſeniks, ſo erhält man eine Verbindung, die zwar gelb, aber nicht ſehr lebhaft iſt, und ſich mehr oder weniger der des Schwefels nähert. Nimmt man weniger Schwefel als $\frac{1}{3}$ des Arſeniks, ſo bildet ſich ein Realgar, der brauner als der gewöhnliche iſt. Und da Schwefel und Arſenik ſich nach einer groſsen Menge verſchiedener Verhältniſſe verbinden können, ſo müſſen die Nüancen, welche im Schwefel-Arſenik vorkommen, ſehr zahlreich ſeyn."

[Daſs Herr Thenard auf die letzte Vorausſetzung einen ſolchen Schluſs baute, ohne für ſie auch nur den geringſten Beweisgrund anzuführen, iſt in der Verbindung etwas auffallend, in welcher ſein Aufſatz hier mit den Arbeiten Prouſt's erſcheint, da alle Unterſuchungen Prouſt's über die Schwefelmetalle gerade die Widerlegung jener Annahme, und den Beweis zum Zweck haben, daſs Metalle ſich nur nach ſehr wenigen und feſten Verhältniſſen mit dem Schwefel zu verbinden vermögen; eine Behauptung, welche indeſs, als unſtatthaft darzuthun, wie wir weiter hin ſehen werden, ein Hauptbemühen der neueſten Arbeiten Berthollet's iſt.

Ich komme nun zu den eignen Unterſuchungen des madriter Chemikers wieder zurück.]

*Schwefel - Spiefsglas.* *)

Aus 100 Theilen Spiefsglas, die man mit eben fo viel Schwefel in einer gläfernen Retorte erhitzt, bis die Maffe gut gefchmolzen und der überflüffige Schwefel entwichen ift, erhält man 135 Theile Schwefel-Spiefsglas, und das jedes Mahl, fo oft man auch den Verfuch wiederhohlt. Eben fo erhält man aus 100 Theilen Spiefsglas, wenn man fie mit 300 Theilen Zinnober erhitzt, 135 bis 136 Schwefel - Spiefsglas. Diefes künftliche Produkt verliert nichts am Gewichte, auch wenn man es eine Stunde lang im Fluffe erhält, und das Gewicht deffelben vermehrt fich nicht, wenn man es aufs neue mit Schwefel zufammen fchmelzt.

Man fieht hieraus, dafs das Spiefsglas demfelben Gefetze unterworfen ift, als alle Metalle, die fich mit Schwefel verbinden können. Es nimmt davon einen Antheil auf, der von der Natur auf eine unveränderliche Art beftimmt ift, und die der Menfch weder zu vermehren noch zu vermindern vermag. Vielleicht ift die Urfache, welche die Verbindung auf diefes Verhältnifs befchränkt, in der Flüchtigkeit des Schwefels zu fuchen, wie Berthollet meint; vielleicht hört aber auch bei diefer Gränze alle Anziehung zwifchen beiden Körpern auf.

*) Ausgezogen aus dem dritten der oben erwähnten Aufsätze Prouft's: zur chemifchen Gefchichte des Spiefsglafes, gefchrieben im J. 1802. *Gilb.*

Reines natürliches Schwefel-Spiefsglas nimmt weder mehr Schwefel in der Hitze in fich auf, noch läfst es in der Deftillation Schwefel fahren; welches beweift, dafs es genau diefelbe Mifchung hat, als das künftliche Schwefel-Spiefsglas. Man findet indefs in der Natur Schwefel-Spiefsglas, das freies Oxyd, anderes, das einen Ueberfchufs an Schwefel enthält; jenes ift viel fchmelzbarer und giebt in der Deftillation fchweflige Säure; diefes findet fich unter dem Schwefel-Spiefsglafe, welches im Handel vorkömmt, und kann gewöhnlich auf 100 Theile noch 7 bis 8 Th. Spiefsglas auflöfen.

[Es giebt zwei Spiefsglas-Oxyde, das eine mit 23, das andere mit 30 Theilen Sauerftoff auf 100 Theile des Metalles. Das erftere, das *Oxyd im Minimum*, ift fehr leicht fchmelzbar, undurchfichtig, kryftallifirt, und ift die Bafis aller gewöhnlichen Spiefsglasfalze, z. B. des Brechweinfteins, des falzfauren Spiefsglafes, welches mit Säure im Maximum und im Minimum vorkömmt, u. f. f. Das zweite, das *Oxyd im Maximum*, tritt nicht leicht in Verbindung mit den Säuren, wie das auch mit andern Metallen in hohen Graden von Oxydirung der Fall ift. Beim Calciniren kömmt das Spiefsglas nicht bis zur Oxydirung im Maximo; wohl aber, wenn es in der Luft verbrennt, oder mit Salpeterfäure behandelt, oder mit Salpeter verpufft wird. Ich glaube felbft, dafs das im oxygenirt-falzfauren Gas verbrannte Spiefsglas diefen Grad von Oxydirung nicht erreicht. In der Natur kömmt zuweilen

Spiefsglas-Oxyd im Maximum vor, fo z. B. in dem aus Schwefel Spiefsglas allmählig entftandenen pulverulenten *weifsen Spiefsglaserze* von Tornavara in Galicien. *) Das Spiefsglas Oxyd im Minimum kann nicht mehr Sauerftoff in fich aufnehmen, ohne fogleich in den Zuftand des Oxyds im Maximum überzugehen, und letzteres keinen Sauerftoff verlieren, ohne fich in das Oxyd im Minimum zu verwandeln. **)]

Herr Thenard glaubt bei feiner Arbeit über das Spiefsglas 6 verfchiedene Spiefsglas-Oxyde gefunden zu haben. Ich werde Refultate nicht beftreiten, die von jemand erhalten find, der mit der Genauigkeit zu arbeiten weifs, welche den vollendeten Chemiker charakterifiren. Wenn ich indefs das faft allgemeine Gefetz bedenke, dafs fich überall in der Natur nur Eine, oder höchftens zwei

*) Ueberhaupt nehmen die Metalle, welche fich leicht oxydiren, in der Natur immer den höchften Grad der Oxydirung an, fchützt fie nicht ein befonderer Zuftand von Verbindung, wie im isländifchen Kryftalle, im Braunfpathe und im fpäthigen Eifenfteine, in welchem Eifen und Manganes bleibend im Minimo der Oxydirung find. *Prouft.*

**) Das in diefem Abfatze zufammen gedrängte find die Endrefultate von Unterfuchungen, welche Hr. Prouft in dem angeführten Auffatze in ihrem ganzen Detail mittheilt. Hierher gehörten fie, fofern fie zum Verftändniffe deffen unentbehrlich find, was vom Schwefel-Spiefsglas gefagt wird.

*d. H.*

Gränzen der Oxydation für die Metalle finden, an welche ebenfalls der Menſch in ſeinen Nachbildungen gebunden iſt, *) ſo fürchte ich ſehr, daſs die von ihm angenommenen ſechs Gränzen nicht alle von der Natur dürften anerkannt werden. Sollten wir in der That Grund haben, anzunehmen, daſs, wenn ein nicht flüchtiges Oxyd im Maximum durch Hülfe einer hohen Temperatur desoxydirt wird, oder wenn umgekehrt ein Metall bei allmählig zunehmender Hitze bis zum Maximum der Oxydirung gebracht wird, daſs in dieſen Fällen alle Zwiſchenglieder, welche bei der fallenden oder bei der ſteigenden Oxydirung ſich zwiſchen den äuſserſten Gränzen finden laſſen, eben ſo viel verſchiedene Grade von Oxydation ſind? Gewiſs nicht. Ich erkenne darin nicht den gewöhnlichen Gang der Natur, und ich bin überzeugt, daſs wir in dieſen Fällen anderes nichts thun, als daſs wir *das Oxyd im Minimum mit dem Oxyd im Maximum nach allen Verhältniſſen miſchen.* **)

*) Hiervon in einem der folgenden Hefte. *Gilb.*

**) Hier einige Thatſachen, die ſehr geeignet ſind, dieſe Anſicht wahrſcheinlich zu machen, wo nicht zu beweiſen. Ich habe mehrere von den *Eiſenoxyden* analyſirt, welche Rinmann beim Calciniren von Stahl, Eiſen und Guſseiſen erhalten hat und die nach ihm Oxyde von ſehr vielen verſchiedenen Graden der Oxydation ſeyn ſollen, und in ihnen allen nur die beiden bekannten Eiſenoxyde gefunden, die in ihnen nach verſchiedenen Verhält-

Ich erhielt in einer Glasretorte 300 Th. *Spieſsglas-Oxyd im Minimum* mit 100 Theilen *Spieſsglas* 1 Stunde lang im Fluſſe. Das Metall blieb ruhig auf dem Boden, und das Oxyd veränderte ſich nicht. Offenbar giebt es alſo keinen Zwiſchengrad von Oxydirung zwiſchen dieſem Oxyde und dem Metalle. — Als ich den Verſuch mit 400 Theilen *Spieſsglas-Oxyd im Maximum* und 300 Theilen *Spieſsglas* anſtellte, wurde ein Drittel des Metalles oxydirt und alles Oxyd kam zum *Minimum* herab; zuvor war es in der Hitze unſchmelzbar, jetzt floſs es darin und kryſtalliſirte ſich ganz ſo, und mit eben dem Ausſehen, als das Oxyd im Minimum. Dieſelbe desoxydirende Wirkung hat der *Schwefel* auf das Oxyd im Maximum; als ich es mit $\frac{1}{24}$ Schwefel zuſammen ſchmelzte, verwandelte es ſich unter Entbindung von ſchweflig-ſaurem Gas ganz in Oxyd im

niſſen gemengt waren. Auch die *magnetiſchen Eiſenerze* zeigen mir nichts als Miſchungen ſchwarzen und rothen Eiſenoxyds. Setzt man einer Säure, z. B. der Salzſäure, bald nachdem ſie beide Oxyde aufgelöſt hat, Kali zu, und ſchüttelt die Auflöſung und erwärmt ſie, falls es nöthig iſt, ſo kann man ſicher ſeyn, daſs das rothe Oxyd ſich eher als das ſchwarze niederſchlägt; und ſo laſſen ſich beide ſcheiden. — In den grünlichen Oxyden, die ſich im Anfange der Calcination von *Blei* oder *Wismuth* bilden; eben ſo in den *Zinn-*, den *Kupfer-* u. a. *Oxyden*, findet ſich nichts als Oxyd im Maximum, welches Metalltheile umhüllt; wollte man indeſs den Grad ihrer Oxydation nach der Menge von

*Minimum*, und flofs zu einer dunkeln kryſtalliſirten Maſſe zuſammen. Daſſelbe iſt der Fall, wenn man es mit $\frac{1}{12}$ Schwefel-Spieſsglas erhitzt.

Man erhitze in einer Glasretorte, die ſtark genug iſt, daſs Schwefel-Spieſsglas ſich darin ſchmelzen läſst, 130 Theile Spieſsglas-Oxyd im *Maximum* mit eben ſo viel *Schwefel*; es geht eine groſse Menge ſchweflig-ſauren Gas über, darauf kömmt Schwefel, und als Rückſtand bleiben in der Retorte 135 Theile Schwefel-Spieſsglas. Statt der 30 Theile Sauerſtoff, die entweichen, treten hier 35 Theile Schwefel mit 100 Theilen Spieſsglas in Verbindung, ganz dem vorigen entſprechend. — Behandelt man auf dieſelbe Art 100 Theile Spieſsglas-Oxyd im *Minimum*, ſo erhält man 111 Theile Schwefel-Spieſsglas; und auch das entſpricht genau

Salpetergas beſtimmen, das ſie aus Salpeterſäure entbinden, ſo müſsten wir auf die Meinung kommen, dieſe Metalle oxydirten ſich nach jedem Verhältniſſe. Es verhält ſich mit den Verbindungen des Sauerſtoffs gerade ſo, als mit denen des Schwefels, der Säuren, u. ſ. f. Die Wahlanziehung und die Proportion ſind die beiden Pole, um welche das ganze Syſtem der wahren Verbindungen *(des vraies combinaiſons)* ſich dreht, ſo wohl in der Natur, als in der Hand des Chemikers. Kurz, der Sauerſtoff gehört nicht zu den Körpern, die ſich vermiſchen können *(qui peuvent ſe mélanger)*; ſo oft er ſich verbindet, iſt er conſtanten Verhältniſſen unterworfen, und dieſe Verhältniſſe ſind es, welche wir ſtudiren müſſen. *Prouſt.*

der Menge Metall im Oxyd. *) In beiden Fällen geht die Desoxydirung des Spiefsglafes durch den Schwefel in einer fehr mäfsigen Hitze, einer kleinern als die Rothglühehitze, vor fich.

Bis jetzt hatte man geglaubt, das Spiefsglas-Oxyd trete mit dem Schwefel in bleibende Verbindungen; die eben erzählten Verfuche beweifen, dafs diefes *ein Irrthum* war. Nie können beide Körper auf einander in einer hohen Temperatur einwirken, ohne dafs der Sauerftoff das Metall verläfst, indem das Spiefsglas fich mit Schwefel verbindet. Dagegen vermag das *Schwefel-Spiefsglas fich, als fol-ches, im Spiefsglas-Oxyd im Minimum nach ver-fchiedenen Verhältniffen aufzulöfen*, und folche Auflöfungen find alle die Spiefsglas-Produkte, *(Spiefsglas-Glas, Rubin, Safran, Leber,)* welche man bisher für Schwefel-Spiefsglas-Oxyde hielt.

Schmelzt man nämlich *Spiefsglas-Oxyd im Mi-nimo* mit verfchiedenen Antheilen *Schwefel* von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{6}$ zufammen, fo entbindet fich jedes Mahl fchwef-lig-faures Gas, und es entfteht ein gleichförmiges gut gefchmolzenes rothes Glas, *Spiefsglas-Glas, (Spiefsglas-Rubin,)* das bei kleinern Antheilen Schwefel durchfichtig und lichter, bei gröfsern dunkler und undurchfichtig ift, und bei $\frac{1}{4}$ Schwefel

*) Da 123 Theile 100 Theile Metall enthalten, fo find in 100 Theilen Oxyd im Minimo 81,3 Th. Spiefs-glas, und diefe verbinden mit fich nach Obigem 0,35 . 81,3 = 28,4 Th. Schwefel, müffen folglich 109,4 Th. Schwefel-Spiefsglas geben. *Gilb.*

wahrer *Spiefsglas-Safran (Crocus metallorum)*, bei $\frac{1}{3}$ Schwefel aber dunkelfchwarz und wahre *Spiefsglas-Leber (Hepar antimonii)* wird. Bei $\frac{1}{2}$ Schwefel wird alles Oxyd reducirt und es entfteht Schwefel-Spiefsglas. — Diefelben Produkte erhält man ohne alle Gasentbindung, wenn man das Oxyd im *Minimum* mit verfchiedenen Antheilen *Schwefel-Spiefsglas* zufammen fchmelzt. So z. B. giebt diefes Oxyd mit $\frac{1}{8}$ Schwefel-Spiefsglas ein fehr fchönes durchfichtiges *Rubinglas;* mit $\frac{1}{3}$ einen hellen *Crocus;* mit $\frac{1}{2}$ eine röthlich-fchwarze, und mit 2 Th. Schwefel-Spiefsglas eine dunkle *Spiefsglas-Leber.* — Gleichfalls laffen fich diefe Produkte mit dem *Spiefsglas-Oxyd im Maximo*, wenn man Schwefel oder Schwefel-Spiefsglas hinzu fchmelzt, doch auch im letzten Falle nur unter Entbindung von fchweflig-faurem Gas erhalten. Schwefel-Spiefsglas und Schwefel bringen diefes Oxyd beide zum Oxyd im *Minimo* herab; die Leber, die Crocus, die Rubine, welche aus demfelben entftehn, find daher von den aus dem Oxyd im *Minimo* in nichts verfchieden. So z. B. giebt das Oxyd im *Maximum* mit $\frac{1}{3}$ Schwefel ein fchönes durchfichtiges *Rubinglas*, und mit $\frac{1}{4}$ Schwefel-Spiefsglas eine vollkommene *Spiefsglas-Leber.* — Endlich laffen fich diefe Präparate auch aus *Schwefel-Spiefsglas* durch oxydirende Prozeffe erhalten, z. B. wenn man Schwefel-Spiefsglas mit gleichen Theilen Schwefelfäure, oder mit 2 Theilen Salpeterfäure von 30° deftillirt, u. f. f.

Hieraus erhellt offenbar, dafs die Leber, Crocus und Gläfer aus Spiefsglas und alle die Lebermixturen, welche uns die alte Chemie überliefert hat, nichts als Spiefsglas-Oxyd im *Minimum* find, worin (nicht Schwefel, fondern) *Schwefel-Spiefsglas* in verfchiedenen Mengen enthalten ift; kurz, Mifchungen, die fich durch diefe Formel vorftellen laffen: *Oxyd* + 1, + 2, + 3 — — — — Portionen *Schwefel-Spiefsglas*. *) Diefes rettet das Oxyd von dem Verdachte, dafs es fich mit dem Schwefel nach jedem Verhältniffe verbinde, ohne fich nach dem unveränderlichen Gefetze der Proportion zu richten.

Wenn man *Schwarzkupfer* analyfirt, fo findet man darin den Schwefel in fehr variabeln Verhältniffen. Nichts defto weniger vermag Kupfer fich nie anders mit Schwefel als mit 28 Theilen auf 100 Theile Kupfer zu verbinden. Diefes Schwefel-Kupfer ift aber fähig, fich in Kupfer aufzulöfen; und fo befindet fich der Schwefel im Schwarzkupfer. Behandelt man daffelbe mit Salpeterfäure von 30° Stärke, fo erhält man Schwefelfäure; eine fchwache Säure von 10 bis 12° fcheidet aber das blaue Schwefel-Kupfer unzerfetzt, mit feinen bekannten Eigenfchaften ab. **)

*) Man darf fich hier nicht an die Zahlwerthe halten; fie follen blofs Verbindungen des Oxyds mit verhältnifsmafsig gröfsern Mengen von Schwefel-Spiefsglas bedeuten. *Gilb.*

**) Siehe S. 168. *Gilb.*

Ein wenig Schwefel mit einer grofsen Menge Spiefsglas-Oxyd im *Minimum* zufammen gefchmelzt, desoxydirt etwas davon, verwandelt fich damit in Schwefel-Spiefsglas, und diefer löft fich im übrigen Oxyd auf, färbt es, macht es glafig und durchfichtig; fo entftehn *Gläfer*, *Rubine;* und fie entftehn gerade auf diefelbe Art, wenn man ein wenig Schwefel-Spiefsglas zum Oxyd zufchmelzt. Mehr Schwefel oder Schwefel-Spiefsglas dem Oxyd zugefetzt, giebt die *Crocus*, die *Lebern;* fo z. B. geben 100 Theile Spiefsglas-Glas mit 20 Theilen Schwefel, eine Spiefsglas-Leber. Alle diefe Mixturen können eine hohe Hitze ertragen, ohne ihren Zuftand zu ändern, weil der Schwefel, den fie enthalten, an Metall und nicht an das Oxyd gebunden ift.

Diefe Theorie verbreitet ebenfalls Licht über den Zuftand, in welchem fich die Metalle im *Rothgiltigerze* befinden. Diefes Erz erträgt eine hohe Temperatur, ohne fchweflig-faures Gas zu geben; es kann alfo nicht Schwefel an Spiefsglas-Oxyd, fondern nur an Metall gebunden enthalten. Eben fo wenig kann in diefem Erze der Schwefel mit Silberoxyd verbunden feyn; denn es giebt weder in der Natur noch in der Kunft eine Verbindung diefer Art; eine Mengung beider Körper wird fogleich in der mäfsigften Hitze zum *Schwefel-Silber*. Auch müfste fonft das Rothgiltigerz in der Hitze fchweflig-faures Gas geben. Ift es denn aber wohl möglich, wird man fragen, dafs Schwefel-Silber im

Spiefsglas-Oxyd aufgelöft feyn könne? Die Natur kann ohne Zweifel eine folche Auflöfung bewirken, die Kunft vermag aber das Spiefsglas-Oxyd weder mit Silber noch mit Schwefel-Silber zu verbinden. Dagegen löft Spiefsglas-Rubin gepulvertes Silber im Schmelzen auf, und giebt damit eine glasartige Miner, die in Maffe dunkel, gepulvert aber roth ift und denfelben Teint hat als gefchmolzenes Rothgiltigerz. Sollte Vauquelin feine Arbeit über diefes Erz unter diefen Gefichtspunkten wiederhohlen, fo wird er denfelben beftätigen oder verbeffern, und uns belehren, ob vielleicht das Silber fich nothwendig erft mit Schwefel-Spiefsglas verbinden mufs, um durch diefes dem Oxyd angeeignet zu werden. *)

Die andern Metalle zeigen uns wenig Zufammenfetzungen, die diefen des Spiefsglafes analog wären. Wir kennen kein Oxyd eines andern Metalles, welches die Verbindung des Schwefels mit diefem Metalle auflöfen und durch daffelbe gefärbt werden könnte; es fey denn vielleicht das des Arfeniks, welches aus diefem neuen Gefichtspunkte unterfucht zu werden verdient. **) Arfenik-Oxyd,

*) Dies fchrieb Hr. Prouft im Jahre 1802. Späterhin hat er fich diefer Unterfuchung der Rothgiltigerze felbft unterzogen, und fie hat ihn auf die Refultate geführt, welche man unter der folgenden Ueberfchrift findet. *Gilb.*

**) Die Verfuche Thenard's, welche man unter der vorher gehenden Ueberfchrift gefunden hat, widerlegen diefe Vermuthung. Eher noch könnte

das mit Schwefel erhitzt wird, geht völlig in den metallischen Zustand zurück, und giebt einen durchsichtigen Schwefel-Arsenik, der nichts weniger als ein Schwefel-Arsenikoxyd ist, wie man aus seiner Durchsichtigkeit fälschlich geschlossen hatte, sondern ein wahres Schwefel-Metall.

Eben so hat uns bisher der Umstand, dafs *Zinnober* und *Blende* durchscheinend sind, in dem Irrthume erhalten, sie für Verbindungen von Oxyden mit Schwefel zu nehmen. Fürchtete ich nicht, mich zu weit von dem Gegenstande zu verirren, so könnte ich schon jetzt den vollständigen Beweis führen, dafs der *Zink* in seinen Schwefelverbindungen sich im metallischen Zustande befindet. Ich werde es bei einer andern Gelegenheit thun. *)

[Das Spiefsglas-Oxyd im *Minimum* kann sich mit Schwefel-Wasserstoff verbinden, und giebt damit zwei verschiedene Produkte, *Kermes* und *Goldschwefel;* der erste ist ziemlich gut bekannt, der letzte wenig oder gar nicht, in so fern wir nicht wissen, worauf eigentlich seine Verschiedenheit

man den Realgar für eine Auflösung des Operments, (als wahren Schwefel-Arseniks,) in Arsenik-Metall halten, wäre es nicht einfacher, zwei verschiedene Verhältnisse anzunehmen, nach welchen der Schwefel sich mit dem Arsenik zu verbinden vermag. *Gilb.*

*) Dieses ist, so viel ich weifs, bisher noch nicht geschehn. Weiter hin wird man einen Aufsatz finden, der hierauf Beziehung hat. *Gilb.*

vom Kermes beruht. Das Oxyd im *Maximum* ist unfähig, diese beiden Verbindungen einzugehen. *)]

### *Die Rothgiltigerze.* **)

Das *Rothgiltigerz* ist eine innige Vereinigung von Schwefel-Silber mit Schwefel-Arsenik oder mit Schwefel-Spiefsglas; einiges enthält vielleicht alle drei: und stets befinden sich darin die Metalle reguliniſch und mit Schwefel gesättigt. Ehemahls glaubten alle Mineralogen, im Rothgiltigerze sey das Silber durch Schwefel und Arsenik vererzt; seit Klaproth's Analyse einiger Rothgiltigerze aus Sachsen und vom Harze, wurde dagegen die Meinung allgemein, dafs jedes Rothgiltigerz Schwefel-Spiefsglas sey, und dafs keins Arsenik enthalte, weil auch Vauquelin nur in einigen, (und zwar höchstens 2 Procent,) Arsenik neben dem Spiefsglase gefunden habe. Und doch war es bekannt, dafs Sage 1789 aus dem Rothgiltigerz von St. Marie durch Destillation einen Arsenikkönig erhalten hatte. Meine Versuche, die ich mit Rothgiltigerzen, deren Geburtsort ich nicht kenne, angestellt habe, beweisen, dafs das arsenikhaltige Rothgiltigerz

*) Dies ist das Resultat, welches Herr Prouſt aus den Versuchen zieht, welche er im Detail mittheilt, die ich hier aber übergehe. *Gilb.*

**) Zusammen gezogen aus der fünften der oben erwähnten Abhandlungen Prouſt's: über die Rothgiltigerze, geschrieben 1804. *Gilb.*

wieder in die Mineralogieen aufgenommen werden muſs.

Beide Arten von Rothgiltigerz, das *arſenikhaltige* und das *ſpieſsglashaltige*, ſcheinen ſich durch ihre äuſsern Merkmahle nicht zu unterſcheiden, wohl aber daran, daſs, wenn man auf etwas des gepulverten Erzes ſchwache Salpeterſäure von 8° nach Beaumé's Senkwage gieſst, das arſenikhaltige Rothgiltigerz in wenig Secunden ſchwarz wird, das ſpieſsglashaltige aber ſeine rothe Farbe behält, und das ſelbſt noch nach 3 Monaten; ein Kennzeichen, welches indeſs noch durch mehr Verſuche beſtätigt werden muſs, ehe man ganz darauf bauen kann. Nachdem ſie acht Tage über dem Pulver geſtanden, enthalten beide Auflöſungen kein anderes Metall als Silber in ſich, welches ſich mit Salzſäure daraus niederſchlägt; in der übrigen Flüſſigkeit zeigen Schwefel-Waſſerſtoff, Ammoniak, blauſaures Kali nichts als Schwefelſäure, und kaum einige Spuren, in der arſenikhaltigen von etwas Arſenik, in der ſpieſsglashaltigen von etwas rothem Eiſenoxyd. Dies beweiſt, daſs in der Temperatur der Luft das Schwefel-Silber von der ſchwachen Salpeterſäure eher angegriffen und oxydirt wird, als der Schwefel-Arſenik und das Schwefel-Spieſsglas. Bei ſtärkern Säuren und in höherer Temperatur ſcheinen dagegen die übrigen Schwefelmetalle ſich eher als das Schwefel-Silber zu oxydiren.

Vor dem Löthrohre iſt der Arſenikgeruch des erſten Erzes anfangs, wegen des ſtarken Schwefel-

geruchs, nicht zu erkennen; nachher äufsert er sich aber bestimmt; es bleibt ein schwarzes Kügelchen zurück. Das zweite Erz giebt mit Borax ein grünes Kügelchen.

Beide Erze verlieren, wenn man sie in einer Retorte erhizt, 1 bis 2 Procent Feuchtigkeit; weiter verändert sich ihr Gewicht selbst beim Schmelzen nicht. Dies ist bei der Leichtigkeit, womit Spiefsglas-Oxyde durch Schwefel reducirt werden, ein Beweis, dafs in dem *spiefsglashaltigen* Rothgiltigerze das Spiefsglas reguliniſch, nicht oxydirt vorhanden ist. Es kommt schwarz und verglast aus der Retorte, ist aber noch roth, wenn man es pulvert.

Wird das *arsenikhaltige* getrocknet und mit gleichen Theilen Schwefel so lange in einer Retorte erhitzt, bis kein gelber Dunst mehr aufsteigt, so erhält man allen Schwefel in der Destillation wieder, und das Erzpulver ist an Umfang, Gewicht und Ansehen genau noch dasselbe wie zuvor, nur etwas dunkler roth. Folglich müssen die Metalle in diesem Erze mit Schwefel gesättigt, und alle reguliniſch seyn; denn keins derselben vermag in hoher Temperatur den Sauerstoff dem Schwefel streitig zu machen. Unter allen Metalloxyden thut das blofs das *Zinnoxyd*, (selbst nicht der Zink,) weshalb es kein anderes Schwefel-Metalloxyd als lediglich das Schwefel-Zinn-Oxyd giebt. — Auf ähnliche Art verhielt sich das spiefsglashaltige Erz mit dem Schwefel.

Um

Um das *arſenikhaltige* Erz in Salpeterſäure völlig aufzulöſen, bedarf es einer Säure von 33°, der Hitze, und des Röſtens der Rückſtände: dann bleibt kein Rückſtand; ein Beweis, daſs dieſe Miner kein Spieſsglas enthalten kann. Kochſalz ſchlägt aus der Auflöſung 0,86 ſalzſauren Silbers nieder: alſo iſt der Antheil der Miner an Silber 0,6466. Auf die übrige Flüſſigkeit wirkt dann bloſs noch Schwefel-Waſſerſtoff, der einen Niederſchlag von 0,24 bis 0,25 Auripigment giebt. Ein Theil des auf dieſe Art ſich regenerirenden Schwefel-Arſeniks fällt ſogleich, ein zweiter erſt nach 4 bis 6 Stunden nieder. Jener enthält das weiſse Arſenikoxyd, welches in der Säure aufgelöſt war, dieſer die Arſenikſäure in ſich; auf gleiche Art läſst ſich jedes Mahl entdecken, wie viel von beiden in irgend einer Flüſſigkeit enthalten iſt. *) Die noch bleibende Flüſſigkeit zeigte weiter nichts als Spuren von Eiſenoxyd. Da nun nach meinen Verſuchen Schwefel-Silber ſtets 15 Procent Schwefel enthält, ſo beſteht hiernach die Miner in 100 Theilen aus 74,35 Theilen Schwefel-Silber, 25 Th. Schwefel-Arſenik und 0,65 Th. Sand und Eiſenoxyd.

*) Auf ähnliche Art läſst ſich Spieſsglas-Oxyd von der Arſenikſäure in der Flüſſigkeit ſcheiden; jenes fällt, ſteigt Schwefel-Waſſerſtoffgas hindurch, ſogleich als Goldſchwefel nieder; dieſe bedarf immer 3 bis 4 Stunden, um mit dem Schwefel-Waſſerſtoff Auripigment zu erzeugen. *Pr.*

Das *ſpieſsglashaltige* Erz löſt ſich in ſtarker Salpeterſäure unter Entbindung von Salpetergas auf, giebt eine farbenloſe Auflöſung, und läſst einen weiſsen kryſtalliniſchen Rückſtand, der mit Schwefel, Sand und etwas Schwefel-Silber vermiſcht iſt. Mit Kochſalz ſchlagen ſich 0,67 ſalzſauren Silbers nieder; macht 0,504 Silber und 0,58 Schwefel-Silber. Durch die Flüſſigkeit lieſs ich Schwefel-Waſſerſtoffgas ſteigen; es ſchied ſich etwas Goldſchwefel ab, und kein Arſenik, der mit hätte zu Boden fallen müſſen, und ſich durch das hellere Gelb und die gröſsere Menge des Niederſchlags gezeigt haben würde. Die Flüſſigkeit enthielt dann nichts mehr als Eiſen; nachdem ſie gekocht worden, ſchlug Kali daraus 0,025 bis 0,03 rothen Eiſenoxyds nieder. Der weiſse Rückſtand löſte ſich nur nach wiederhohlter Behandlung mit Salzſäure darin auf, und wurde durch Schwefel-Waſſerſtoffgas daraus als Goldſchwefel niedergeſchlagen. Dieſer und der vorige, mit etwas Schwefel in einer Retorte erhitzt und geſchmelzt, gab 0,32 bis 0,33 Schwefel-Spieſsglas. Der Rückſtand auf einem Scherben verbrannt, lieſs 0,03 Sand zurück. Hiernach beſteht dieſes Erz in 100 Theilen aus 58 Th. Schwefel-Silber, 33 Th. Schwefel-Spieſsglas, 3 Th. rothen Eiſenoxyds, 3 Th. Sand, 3 Th. Waſſer einſchlieſslich des Verluſtes.

Vauquelin hat das Rothgiltigerz durch Kali analyſirt, und dieſes glücklich erſonnene Mittel reicht faſt ganz allein zur Analyſe hin; denn da

Kali nimmt den Schwefel-Arſenik vollſtändig, und das Schwefel-Spieſsglas bis auf eine Kleinigkeit in ſich. Das arſenikhaltige lieſs hierbei 0,745 Schwefel-Silber zurück, der in Salpeterſäure aufgelöſt mit Schwefel-Waſſerſtoff, (nach dem Niederſchlage des Silbers durch Salzſäure,) keine Spur von Arſenik gab.

Aus der Ruhe und aus dem Mangel an Geruch, womit das Kali das ſpieſsglashaltige Rothgiltigerz auflöſt, hat Vauquelin geſchloſſen, die Metalle, welche das Erz enthält, müſsten oxydirt ſeyn. Hierin kann ich ihm nicht beiſtimmen. Auch das reine Schwefel-Spieſsglas löſt ſich im Kali ohne ſichtbare Gasentbindung auf, und bei der Kermesbereitung verbreitet ſich zwar ein ſchweflig-ſaurer, aber kein Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoff. Denn ſo wie dieſer Stoff ſich bildet, indem das Spieſsglas ſich auf Koſten des Waſſers oxydirt, löſt es ſich in Kali auf, und tritt dann an das Oxyd, mit dem es als Kermes oder als Schwefel-Waſſerſtoff-Oxyd niederfällt. Dies iſt der Grund, warum Schwefel-Spieſsglas und ſo auch unſre Miner ſich im Kali ohne Entbindung von Schwefel-Waſſerſtoffgas auflöſt; das reine Schwefel-Spieſsglas giebt dabei im Gasapparate nichts als ein wenig kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas.

Hat man weiſsen Arſenik in gut geſättigtem Schwefel-Waſſerſtoff-Kali aufgelöſt, und man fügt eine Säure hinzu, ſo ſchlägt ſich Auripigment ebenfalls ohne die mindeſte Gasentbindung und ohne

allen Geruch nieder, und doch findet sich der Schwefel-Wasserstoff nirgends wieder. Der Arsenik ist aber reguliniſch im Auripigmente; ihn hat der Wasserstoff reducirt, und der Schwefel vereinigt sich mit dem aus der Auflösung reducirten Metalle. Reiner Arsenik-König ist im Schwefel-Wasserstoff unauflöslich. Es scheint, dafs es weder Schwefel-Wasserstoff-Arsenik, noch Schwefel-Arsenik-Oxyd in der Natur oder in der Kunst giebt.

*Natürliches Schwefel-Manganes.* *)

Dieses Schwefelmetall ist, so viel ich weifs, von den Mineralogen noch nicht wahrgenommen worden. Ich habe es vor einiger Zeit in Stückchen des Nagyag'schen Golderzes entdeckt. Diese Stücke bestanden aus einer Gangart von kohlensaurem Manganes mit Quarz vermischt; derselben, in welcher das Schwefel-Tellur in Krystallen von metallischem Ansehn vorkömmt. Statt dieser Krystalle finden sich in diesen Exemplaren eine Menge Punkte, die sich unter der Loupe wie eine Zusammenhäufung von Kiestheilchen zeigen. Mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, geben sie in Menge eine Mischung von kohlensaurem Gas und von Schwefel-Wasserstoffgas. Das erste rührt von der Zersetzung des kohlensauren Manganes, das letzte von der des Schwefel-Manganes her.

Es ist sehr leicht, sich zu überzeugen, dafs dieses neue Schwefelmetall hier vorhanden ist. Ein

*) Aus der zweiten der oben erwähnten Abhandlungen, die 1802 geschrieben ist. *Gilb.*

Mahl wird keins unter allen bekannten Schwefelmetallen von verdünnter Schwefelsäure mit solcher Leichtigkeit und unter einer so reichlichen Gasentbindung zersetzt; zweitens wirkt diese Säure auf das künstliche Schwefel-Manganes eben so lebhaft; drittens findet sich in der Auflösung nichts als Manganes-Oxyd und einige Atome Eisenoxyd.

Das Stück enthält aufserdem weder Gold, noch Silber, noch Tellurium, noch Blei, u. s. f. In dem wahren Tellurerz habe ich Schwefel-Blei mit Schwefel-Tellurium vereint, und das Gold gediegen, keinesweges vererzt gefunden.

Ich habe zu wenig von diesem Schwefel-Manganes, um zu entscheiden, ob es das Manganes als Metall oder als Oxyd enthält. Ist das erste der Fall, so wird es höchst wahrscheinlich durch seine grofse Dichtigkeit gegen den Einflufs des Sauerstoffs der Luft geschützt; denn das künstliche Schwefel-Manganes geht ziemlich bald in schwarzes Oxyd und in schwefelsaures Manganes über. *)

*) Herr Prouſt bemerkt im *Journ. de Phyſ.*, 1805, Sept., p. 272, der Mineraloge Del Rio habe ganz vor kurzem in Mexiko natürliches Schwefel-Manganes gefunden; dadurch werde also das bestätigt, was er hier von dem ähnlichen Mineral von Nagyac gesagt habe. *Gilb.*

(Die Fortsetzung im nächsten Stücke.)

## V.

*Ueber*

*das Platin in einigen Silbererzen von* Guadalcanal *in Spanien;*

von

VAUQUELIN,

Mitgliede des Nat.-Inſt. in Paris. *)

*Mit einigen Bemerkungen von* Gilbert.

Man hatte bisher Platina nirgends anders, als in Südamerika, zu Santa-Fé und im Diſtrikte von Choco, unter den Golderzen gefunden. Das Gerücht, welches ſich vor einigen Jahren verbreitete, man habe ſie in Sibirien entdeckt, hat ſich eben ſo wenig beſtätigt, als vor funfzehn Jahren die Sage, daſs ſie in einem eiſenſchüſſigen Sande zu St. Domingo vorkomme.

Man hatte mir die Analyſe der Erze aus dem berühmten Silberbergwerke zu Guadalcanal in Spanien übertragen, das vor kurzem, nachdem es lange aufläſſig geweſen, an einem neuen Punkte wieder eröffnet worden iſt. Bei dieſer Gelegenheit entdeckte ich in einer Art dieſer Erze Platin in ziemlich bedeutender Menge. **) Dieſe Art des Erzes

*) *Annales de Chimie*, Dec. 1806, p. 317. *Gilb.*

**) „Die Entdeckung der Platina in den Silberminern zu Cazalla und Guadalcanal in Eſtremadura", (heiſst

ist grau von Farbe, und hat ziemlich viel Aehnlichkeit mit dem Fahlerz der Deutschen. Sie enthält Kupfer, Blei, Spiefsglas, Eifen, Schwefel, Silber und manchmahl Arfenik.*) Die Gangart derfelben befteht gewöhnlich aus Kalkfpath, wozu Schwerfpath und Quarz kommen. Ich habe im vorigen October Hrn. Fourcroy meine Entdeckung mit-

es in Nachrichten von Madrit vom 6ten Jan. 1807 in der Berl. Zeit., No. 43, 1807,) hat hier eine um fo angenehmere Senfation gemacht, da von diefem Metalle feit einigen Jahren in Peru nur noch äufserft geringe Quantitäten gefunden werden. Nach den Proben der pariser Chemiker find die fpanifchen Erze an diefem Metalle noch weit reichhaltiger, als die amerikanifchen. (?) Ueberhaupt verfprechen jene fchon zu den Zeiten der Römer berühmt gewefenen Gruben die reichfte Ausbeute. In das königl. Kabinet find fchon einige Mahl fehr fchöne und grofse Stufen von dorther eingefchickt worden. Die Bearbeitung derfelben gefchieht durch fächfifche Bergleute und ift einer Aktien-Gefellfchaft überlaffen, die aus Deutfchen, Franzofen und Spaniern befteht, und vom Könige ausgedehnte Privilegien erhalten hat." *Gilb.*

*) Diefes Erz gehört alfo zu den merkwürdigen zufammen gefetzten Schwefel-Metallen, deren Natur uns Herr Prouft genauer hat kennen gelehrt, und fchliefst fich an die Erze an, von welchen Herr Prouft in dem vorftehenden Auffatze, S. 169, redet, und über deren Natur der Lefer in dem folgenden Hefte der Annalen noch fernere Aufschlüffe von diefem grofsen Chemiker finden wird. *Gilb.*

getheilt, und dieſer mein gelehrter College, deſſen Einſicht und Freundſchaft mir ſeit zwanzig Jahren ſtets von Nutzen geweſen ſind, forderte mich auf, dieſe Thatſache, welche ihm ſehr wichtig ſchien, durch hinlänglich viele und abgeänderte Verſuche gegen allen Zweifel zu ſichern. Ich habe ſeinen Rath befolgt, und die Reſultate der Verſuche, welche ich hier mittheilen werde, haben mir völlige Ueberzeugung gegeben, ob ich gleich bis jetzt nur mit ſehr kleinen Mengen des Erzes habe arbeiten können.

Das Platin ſcheint in den Erzen von Guadalcanal in ſehr verſchiedener Menge vorzukommen. Einige Probeſtücke gaben mir 20 Mark auf den Zentner, oder 10 Procent; andere zeigten nur einige ſchwer wahrzunehmende Spuren von Platin; ein Beweis, daſs das Platin kein weſentliches Stück, kein wahrer Beſtandtheil dieſer Erze iſt, ſondern daſs es der Miner nur an einigen Stellen des Ganges ſehr ungleich beigemengt iſt. Mit dem Silber ſcheint es derſelbe Fall zu ſeyn; die Menge deſſelben iſt ſehr verſchieden und variirt in dem Guadalcanaler Fahlerze von 4 bis 14 Mark auf den Zentner oder von 2 bis 7 Procent. *)

Die Methode, deren ich mich nach mehrern vergleichenden Verſuchen bediene, um das Platin

*) Beides ſtimmt vollkommen mit der Anſicht des Herrn Prouſt von den Fahlerzen überein. Sie ſind Vereinigungen nach ſehr verſchiedenen Ver-

aus diesen Erzen auszuziehen, ist folgende. 1°. Das Erz wird zu einem feinen Pulver zerrieben, und bei einer mäfsigen Hitze unter beständigem Umrühren, um das Dampfen zu vermeiden, geröstet. 2°. Darauf schmelze ich es mit einer gleichen Menge gewöhnlicher Potasche zusammen; dies giebt einen König, der aus Platin, Silber, Blei, Kupfer, manchmahl auch aus etwas Spiefsglas besteht; das Eisen und ein Theil des Bleies bleiben in der Schlacke. 3°. Kupfer, Blei und Spiefsglas treibe ich alsdann auf der Kapelle ab, und es bleibt mir nun nichts als Silber und Platin zurück. 4°. Scheidewasser löst das Silber auf; das zurück bleibende Platin wird gewaschen, und damit es seinen Metallglanz wieder erhalte, gehörig ausgeglüht.

Ist in dem Metallkönige des Bleies nicht genug, um beim Abtreiben auf der Kapelle alles Kupfer mitzunehmen, so wiederhohle ich das Abtreiben mit einer neuen Menge Blei. Ist des Silbers zu wenig, als dafs das Scheidewasser die Legirung anzugreifen vermag, so schmelze ich, wie beim Scheiden des Goldes, etwas Silber hinzu. Nimmt man Scheidewasser, das etwas concentrirt ist, so löst es einen Antheil Platin

hältnissen von Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eisen, Schwefel-Spiefsglas, denen hier noch Schwefel-Blei und Schwefel-Silber, (auch Arsenik und Platin in einem Zustande, welcher durch Versuche erst genauer kennen zu lernen ist,) beigemengt sind. *Gilb.*

mit dem Silber auf, wie das die braune Farbe zeigt, welche in dieſem Falle die Auflöſung annimmt.

Sollte ſich das Platin im Guadalcanaler Fahlerze im Groſsen in ſolcher Menge finden, daſs das Erz ſich darauf benutzen lieſse, woran nach meinen Verſuchen kaum zu zweifeln iſt, ſo wird man gezwungen ſeyn, die Scheidung durch Scheidewaſſer vorzunehmen, gerade ſo, wie das mit dem Golde geſchieht, welches man aus Silbererzen gewinnt. Selbſt wenn das erhaltene Platin die Koſten des Verfahrens nicht lohnen ſollte, wird man ſich doch dazu entſchlieſsen müſſen, um das Silber für ſich zu erhalten. Denn welchen Weg man auch einſchlage, immer bekömmt man beide Metalle vereint, da ſie ein ſo ähnliches Verhalten haben.

Das Platin ſcheint in dieſen Erzen im metalliſchen Zuſtande zu ſeyn; denn die einfachen Säuren löſen nicht das mindeſte davon auf, und es findet ſich dann immer unter dem Schwefel und der Kieſelerde, wenn letztere einen Theil der Gangart ausmacht. Ich entdeckte es zuerſt, als ich den Rückſtand des Erzes unterſuchte, nachdem ich das Erz erſt mit Salpeterſäure und dann mit Salzſäure behandelt hatte. *)

*) Hiernach ſcheint es nicht als Schwefel-Platin, ſondern entweder als reines Platin, oder an Arſenik gebunden dem Erze eingemengt zu ſeyn. Im erſtern Falle würde das Guadalcanaler Fahlerz den amerikaniſchen Fahlerzen, aus welchen Herr

Es ist merkwürdig, dafs sich in dem spanischen Platin keines der vier neuen Metalle findet, die in den Erzlagern von Peru dem Platin beigemischt sind. Dieser Umstand ist wichtig, da er auf die Art, wie das Platin darzustellen ist, Einfluss hat, und uns hoffen läfst, dafs man aus den spanischen Erzen das Platin sogleich in einer Reinheit erhalten werde, zu der man das Platin aus Peru erst nach vielen und sehr kostbaren Prozessen bringt.

Sollten diese Hoffnungen in Erfüllung gehen, wie es ganz den Anschein hat, so werden wir in Europa, und nicht fern von uns, ein köstliches Metall besitzen, das für Physik, für Chemie, für die Künste und selbst für den häuslichen Gebrauch sehr bald sich von aufserordentlichem Nutzen zeigen, und aus dem man Instrumente, Gefäfse und Hausrath aller Art verfertigen wird, da es alle Vorzüge des Goldes, und noch einige andere Eigenschaften besitzt, die es sehr viel brauchbarer als das Gold machen.

Prouft reines gediegenes Eisen ausgesondert hat, (S. 170,) sehr analog seyn, und vielleicht liefse sich dann das Platin durch sehr einfache mechanische Mittel von dem fein zerriebenen Erze trennen. Hr. Prouft verbreitet die amerikanische rohe Platina, um sie von ihren sandartigen Beimengungen zu befreien, auf einem Tische mit Rändern, an dem einen Ende desselben, und bläst mit einem Handblasebalge darauf, um den Sand und sie gesondert an die andere Seite hin zu treiben. Nach fünf Wiederhohlungen war nicht mehr ein Körnchen Sand dabei. *Gilb.*

# VI.

## BEMERKUNGEN

*zu der Anfrage und Aufforderung des Herrn Commiſſionsraths* Buſſe *in Freiberg in dieſen Annalen, Band XXIII, St.* 6, *S.* 256,

vom

**Dr. Mollweide**

in Halle.

1. Herr Buſſe hat in ſeinem Beweiſe des ſtatiſchen Theorems, betreffend die Zuſammenſetzung der Kräfte, einen Satz zu Hülfe genommen, von welchem er der Anfrage nach glaubt, dafs er wohl einigen Mathematikern paradox vorgekommen ſeyn könne, und zwar deſswegen, weil dabei *zwei* Gröſsen durch *eine einzige* Gleichung beſtimmt zu werden ſcheinen.

Der Satz iſt dieſer: Wenn $b^2 \cos\beta^2 + e^2 \sin\beta^2$ für jeden Werth von $\beta$ gleich 1 ſeyn ſoll, ſo muſs $e = b = \pm 1$ ſeyn.

Ich weifs nicht, was das für Mathematiker ſeyn mögen, denen der Satz paradox vorkommen könnte. Dieſe müſsten in der Algebra wohl nur bei den *beſtimmten* Gleichungen ſtehen geblieben und nicht bis zu den *unbeſtimmten* Gleichungen und der Methode der unbeſtimmten Coefficienten gekommen

ſeyn, alſo die gegebene Gleichung mit einer beſtimmten verwechſeln. Aber die dem Satze beigefügte Bedingung, daſs die Gleichung für jeden Werth von $\beta$ gelten ſoll, giebt ſogleich zu erkennen, daſs man es hier mit einer unbeſtimmten Gleichung zu thun habe, worin nicht der Werth von $\beta$, ſondern die Coefficienten $e$ und $b$ nach der Methode der unbeſtimmten zu beſtimmen ſind. Hiernach iſt denn auch der Beweis des Satzes ſehr leicht. Ich will deren drei mittheilen, unter welchen man wählen mag.

2. Da $\text{cof}\,\beta^2 + \text{ſin}\,\beta^2 = 1$, ſo wird

$$b^2\,\text{cof}\,\beta^2 + e^2\,\text{ſin}\,\beta^2 = 1 = \text{cof}\,\beta^2 + \text{ſin}\,\beta^2,$$

oder $(b^2 - 1)\,\text{cof}\,\beta^2 + (e^2 - 1)\,\text{ſin}\,\beta^2 = 0.$

Soll der erſte Theil dieſer Gleichung mit dem zweiten für jeden Werth von $\beta$ identiſch ſeyn, ſo muſs jeder der in $\text{cof}\,\beta^2$ und $\text{ſin}\,\beta^2$ multiplicirten Coefficienten für ſich Zero ſeyn. Dadurch iſt

$$b^2 - 1 = 0$$

und $e^2 - 1 = 0$

mithin $b = e = \pm 1.$

3. Es werde die Baſis des natürlichen Logarithmenſyſtems durch $c$ bezeichnet, ſo iſt vermittelſt der bekannten mit imaginären Exponenten behafteten Ausdrücke für den Sinus und Cosinus

$$\text{cof}\,\beta^2 = \frac{1 + \text{cof}\,2\beta}{2} = \frac{2 + c^{2\beta\sqrt{-1}} + c^{-2\beta\sqrt{-1}}}{4}$$

$$\text{ſin}\,\beta^2 = \frac{1 - \text{cof}\,2\beta}{2} = \frac{2 - c^{2\beta\sqrt{-1}} - c^{-2\beta\sqrt{-1}}}{4}$$

demnach

$$1 = b^2\,\text{cof}\,\beta^2 + e^2\,\text{ſin}\,\beta^2 =$$

$$\frac{b^2 + e^2}{2} + \frac{b^2 - e^2}{4}\left(c^{2\beta\sqrt{-1}} - c^{-2\beta\sqrt{-1}}\right)$$

Hieraus folgt, wie in (2)

$$b^2 + e^2 = 2$$
$$b^2 - e^2 = 0$$
$$\text{alſo } b = e = \pm 1.$$

4. Durch Differentiirung der gegebenen Gleichung und Diviſion der derivirten mit 2 ſin $\beta$ coſ $\beta$ entſteht dieſe:

$$b^2 - e^2 = 0$$
$$\text{oder } b^2 = e^2$$

Dadurch wird die vorgegebene Gleichung

$$b^2 (\text{coſ}\,\beta^2 + \text{ſin}\,\beta^2,) \text{ d. h. } b^2 = 1,$$
$$\text{alſo } b = \pm 1 = e.$$

Da der Satz rein-analytiſch iſt, ſo war es ſehr *mal à propos*, die Naturphiloſophie bei dem Beweiſe derſelben, wie Herr Buffe gethan hat, zu Hülfe zu rufen. Dieſe hat damit gar nichts zu ſchaffen.

5. Die Aufforderung, welche Herr Buffe gemacht hat, betrifft die Auflöſung eines Problems aus der Lehre von den anziehenden Kräften, wobei Euler Schwierigkeiten erregt hat, deren Hebung mehrern Mathematikverſtändigen, z. B. Kraft, (im erſten Theile ſeiner Mechanik, Zuſ. 2, §. 73,) Käſtner, (in der höhern Mechanik, §. 93—96,) nicht leicht vorgekommen iſt. Herr Buffe kleidet den Fall der Aufgabe, welchen er als „den gebräuchlichſten Hauptfall", — das heiſst doch wohl den in der Natur vorkommenden und deſswegen am häufigſten behandelten Fall, — anſieht, in ein Mährchen ein. Ich fürchte aber, daſs er ſeiner Sache dadurch ſehr ſchlimm gerathen habe. Denn

über dem Spaſse hat er den Widerſpruch, der ſich in ſeinem Mährchen in Betreff der Anziehung der Erde zu beiden Seiten des Mittelpunkts befindet, überſehen, und zugleich der Erde im Innern ein Anziehungsgeſetz angedichtet, das ihr daſelbſt gar nicht zukommt. Der Widerſpruch beſteht darin, daſs Herr Buſſe den Küſter Klimm, — (wenn Holberg, der die unterirdiſche Reiſe Klimm's geſchrieben hat, noch lebte, und etwa die zweite unterirdiſche Reiſe, welche Herr Buſſe ſeinen Klimm machen läſst, zu Geſicht bekäme, ſo möchte er ſich wohl dafür eben ſo bedanken, wie Cervantes ſich bei dem Avellaneda *) für den zweiten Zug, den dieſer ſeinen Don Quixote unternehmen lieſs, bedankt hat,) — auf der einen Seite des anziehenden Punktes dem Quadrate der Entfernung von demſelben *geradezu*, auf der andern aber dem Quadrate der Entfernung von demſelben *umgekehrt* proportional anziehen läſst. **) Da man die erſte Seite auch zur zweiten, und dieſe zur erſten ma-

*) Daſs das nicht der wahre Name des Verfaſſers von einer Fortſetzung des Don Quixote iſt, wiſſen die Leſer des Cervantiſchen Meiſterwerks. *M.*

**) Ich habe hier Herrn Buſſe's Ausdrücke von diesſeitiger europäiſcher Annäherung und jenſeitiger amerikaniſcher Entfernung die günſtigſte Deutung gegeben. Jede andere ſetzt ein völliges Miſsverſtändniſs des bekannten und höchſt einfach ausgedruckten Gravitationsgeſetzes von Seiten Herrn Buſſe's voraus. *M.*

chen kann, so folgt, dafs ein Körper zu beiden Seiten des Mittelpunkts der Anziehung zugleich dem Quadrate der Entfernung von demselben *geradezu* und *umgekehrt* proportional angezogen wird, welches, da es einen Widerspruch einschliefst, absurd ist.

Der Gott des Scherzes, bei dem es wohl Herr Buffe einmahl versehen haben mufs, hat ihn aber noch weiter geführt, und ihn eine Wolke statt der Juno umarmen lassen. Denn das Anziehungsgesetz, worin von Quadraten der Entfernung vom anziehenden Punkte gesprochen wird, gilt bei der sphärischen Erde nur aufserhalb derselben bis an die Oberfläche, innerhalb derselben aber findet ein ganz anderes Statt. Hier ist nämlich die Anziehung der ersten Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte, und zwar geradezu, proportional, wovon man den Beweis in den *Princip. philosoph. nat.*, Lib. I, Prop. 73 und 74, finden kann. Kein Wunder also, wenn die sämmtlichen anziehenden Kräfte in der artigen Historie, die Herr Buffe zum Besten gegeben hat, murren. Er hat das Murren nur nicht zu deuten gewufst; es galt nicht dem Präsidenten, sondern ihm selber, der durch jenen, den anziehenden Kräften der Erde etwas zumuthete, was sie nicht leisten konnten.

Es kann also bei dem gedachten Problem, wobei das Gesetz der dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionalen Anziehung, als bis zum Mittelpunkte derselben geltend angenommen wird, gar nicht

nicht von einer Anwendung auf die Erde die Rede seyn, sondern es ist blofs als eine mathematische Uebungsaufgabe zu betrachten. Was aber die Schwierigkeit anlangt, welche dabei in Rücksicht der Uebertragung der Geschwindigkeit von der einen Seite des Mittelpunkts der Anziehung auf die andere vorkommt, so hat solche Tetens, (in der Anmerkung zu der vorhin angeführten Stelle der Kraft'schen Mechanik,) schon völlig gehoben, durch die Regel, welche er giebt, nämlich, dafs alle in dem Ausdrucke für die Geschwindigkeit auf der einen Seite des Mittelpunkts der Anziehung vorkommende *linearen* Gröfsen, voraus gesetzt, dafs, wie es in der Kraft'schen Rechnung der Fall ist, der Weg des Körpers durch seine Entfernung vom Mittelpunkte ausgedruckt wird, negativ gesetzt werden müssen. Um sich von der Wahrheit dieser Regel zu überzeugen, mufs man freilich das thun, was Tetens vorschreibt, nämlich das Problem aufmerksam betrachten, d. h., erwägen, dafs die absoluten Gröfsen zu beiden Seiten des Mittelpunkts in gleicher Entfernung von demselben einerlei sind. In dieser Rücksicht ist der vorliegende Fall dem ähnlich, wo ein Körper vertical aufwärts geworfen in gleichen Entfernungen von dem obersten Punkte seiner Bahn dieselbe Geschwindigkeit hat.

Herrn Buffe's Behauptung, dafs Tetens hier sein algebraisches Instrument, — er hat sagen wollen: sein Instrument, die Algebra, — habe zwei Mahl anlegen müssen, ist also grundlos. Dies würde

nämlich alsdann der Fall gewesen seyn, wenn Tetens die Rechnung für die Geschwindigkeit jenseits des Mittelpunkts der Anziehung, (das *diesseits* auf der Seite, wo der Körper sich anfänglich befindet, genommen,) besonders geführt hätte, ohne diese Rechnung durch die Lehre von den entgegen gesetzten Gröfsen zu ersetzen. Eine solche doppelte Rechnung wird aber nöthig, wenn man, wie Gehler, (im *phyfik. Wörterb.*, *Art. Bewegung*, Th. 1, S. 345,) und L'Huilier, (in den *Princip. calc. diff. et integr.*, §. 228,) gethan haben, die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte in jeder Stelle seiner Bahn, durch die anfängliche Entfernung vom Mittelpunkte und durch den zurück gelegten Weg ausdruckt. Denn alsdann bleibt der Ausdruck des Differentials der Geschwindigkeit zu beiden Seiten des Mittelpunkts nicht derselbe, welches der Fall ist, wenn man den zurück gelegten Weg durch die anfängliche Entfernung vom Mittelpunkte der Anziehung und durch diejenige, welche der Körper in jeder Stelle seiner Bahn hat, ausdruckt. Auch mufs alsdann die *Conftans* ganz anders bestimmt werden.

Um bei den Bezeichnungen Gehler's zu bleiben, so ist bei ihm

$$v\,dv = \frac{2gb^2\,ds}{(a-s)^2}$$

Diese Gleichung gilt offenbar nur vom anfänglichen Orte des Körpers an bis zum Mittelpunkte der Anziehung, weil blofs innerhalb dieser Gränzen die Geschwindigkeit $v$ zugleich mit dem zurück ge-

legten Wege $s$ wächst und $s < a$ ist. Für die Bewegung jenseits des Mittelpunkts der Anziehung wirkt die Kraft, welche vorher die Bewegung beschleunigte, vermindernd auf die Geschwindigkeit, welche der Körper schon hat, oder $g$ wird negativ. Ferner wird $s > a$; also muss $(s-a)^2$ statt $(a-s)^2$ gesetzt werden, und zwar, weil es die Natur der Sache so mit sich bringt. Denn die Algebra entscheidet hierüber nichts, da bekanntlich $(a-s)^2 = (s-a)^2$ ist. Dadurch wird für die Bewegung jenseits des Mittelpunkts

$$v\,dv = -\frac{2gb^2\,ds}{(s-a)^2};$$

also nimmt, wie es auch seyn muss, die Geschwindigkeit $v$ bei wachsendem Wege $s$ ab.

Die Integration giebt, wenn $C$ die Constante bezeichnet,

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{2gb^2}{s-a} + C.$$

Da, wenn der Körper jenseits des Mittelpunkts der Anziehung in seine anfängliche Entfernung, welche er diesseits hatte, gekommen ist, d. h., wenn $s = 2a$ ist, $v$ wieder verschwindet, so ist

$$o = \frac{2gb^2}{a} + C,$$

$$\text{oder } C = -\frac{2gb^2}{a}$$

und dadurch

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{2gb^2}{s-a} - \frac{2gb^2}{a}.$$

Zieht man beide Ausdrücke für die Geschwindigkeit, diesseits des Mittelpunkts, welche bei Gehler steht, und jenseits desselben, in einen einzigen zusammen, so ist

$$\frac{1}{2} v^2 = \frac{2gb^2}{\sqrt{(a^2+s^2-2as)}} - \frac{2gb^2}{a},$$

wo die Gröfse $a^2 + s^2 - 2as$ unter dem Wurzelzeichen bleiben mufs, damit die Wurzel so wohl $s - a$ als $a - s$ seyn könne.

Setzt man die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte der Anziehung in jedem Punkte der Bahn $s'$,

so ist $\frac{1}{2} v^2 = \frac{2gb^2}{s'} - \frac{2gb^2}{a}$.

Hier sind also *zwei* Ausdrücke, in deren jedem die darin vorkommenden Gröfsen absolut zu nehmen sind, für die Geschwindigkeit diesseits und jenseits des Mittelpunkts der Anziehung, statt *eines* solchen, welchen Herr Buffe gewünscht hatte. Es wird daraus einleuchten, dafs man mit der wohl begründeten Lehre von den entgegen gesetzten Gröfsen, so wie sie von den ersten und meisten Mathematikverständigen, Euler, La Grange, La Place, Cousin, Käftner, Segner, u. s. w., gebraucht ist, und noch gebraucht wird, und welchem Gebrauche gemäfs sie von Klügel dargestellt ist, überall, also auch hier ausreiche, ohne dafs man nöthig hätte, zu Herrn Buffe's Abänderung derselben seine Zuflucht zu nehmen.

6. Was nun die Hauptschwierigkeit, welche Euler bei diesem Probleme findet, und welche Hr. Buffe zwar anführt, aber durch Einmengung der Lehre von den entgegen gesetzten Gröfsen in ein ganz falsches Licht stellt, betrifft; so besteht dieselbe darin, dafs die Geschwindigkeit des angezogenen Körpers im Mittelpunkte der Anziehung

unendlich ist, jenseits desselben aber wieder endlich wird. Euler sagt, dieser Sprung aus dem *Unendlichen* ins *Endliche* sey schlechterdings unbegreiflich. Allein diese Schwierigkeit ist eigentlich gar keine. Denn vermöge der Natur des Unendlichen, nach welchem es mit dem Endlichen schlechthin unvergleichbar ist, findet *nothwendig* ein solcher Sprung von dem Einen zum Andern Statt. Es giebt, um mit Hausen zu reden, keine Brücke von dem Einen zum Andern, und den Uebergang aus dem Endlichen ins Unendliche, oder umgekehrt, aus dem Unendlichen ins Endliche begreifen wollen, heifst nichts anderes, als wissen wollen, wann oder wo eine ins Unendliche wachsende Grösse aufhört, endlich zu seyn, ehe oder bevor sie unendlich wird, und umgekehrt. Beides setzt eine Verwirrung der Begriffe voraus, und ist eine der Natur der Sache nach unmögliche Forderung. So würde Euler selbst in spätern Jahren dem gemäfs, was er in seinen *Institut. calc. differ.*, Pars I, Cap. III, vorträgt, die Schwierigkeit, welche er früher erregt hatte, weggeräumt haben. Uebrigens darf eine unendlich grofse Geschwindigkeit nicht anstöfsig werden, weil Geschwindigkeit überhaupt nur etwas Formales ist. Denn das Reale der Bewegung ist blofs stätige Veränderung des Orts; alles übrige, was noch bei der Bewegung betrachtet wird, gehört uns an oder ist blofs formal.

# VII.

## ERWIEDERUNG

*auf die vorſtehenden Bemerkungen,*

von

dem Commiſſionsrath Busse

in Freiberg.

— — Auch Einer unſrer vortrefflichſten Mathematiker war der Meinung, daſs mein Beweis für das ſtatiſche Parallelogramm nicht bündig ſey. Ich erwiedere darauf, (*Annalen*, 1806, 6, X): nur *einer* von meinen dazu gebrauchten Sätzen dürfte auf den erſten Anblick unrichtig ſcheinen; ſey aber ausgemacht richtig, und laſſe auch ſehr kurz ſich erweiſen. Dieſe *Anzeige*, wie ich ausdrücklich ſie genannt habe, erlaubt ſich Herr Mollweide eine *Anfrage* zu nennen, *um* darauf zu *antworten*: daſs ſich der Satz beweiſen laſſe, und er drei Beweiſe deſſelben mitzutheilen habe! Ich dagegen hatte für ſchicklicher gehalten, nur kurz es anzuzeigen, daſs er ſich in wenig Zeilen beweiſen laſſe. Mehr war ja nicht *nöthig*, weil jeder geübte, namentlich aber jener ſo einſichtsvolle Mathematiker, mehr als einer ſolchen bloſsen Anzeige nicht nöthig hat, um den Beweis ſelbſt aufzufinden. Man verſtöſst ja gar zu auffallend gegen den guten Geſchmack, wenn man etwas ſo ganz überflüſſiges mittheilt, oder ſogar, in einer mathematiſchen Abhandlung, das Publicum benachrichtigt, welches eigentlich der wahre Name vom Verfaſſer des Don Quixote oder deſſen Fortſetzung ſey. (Sogleich im voraus geſtehe ich hiermit dem Herrn Dr. Mollweide ein, daſs ich eigentlich ſo eben ſagen

wollte: Verfaſſer von der *Beſchreibung der Thaten des* Don Quixote, u. ſ. w., an deren ganz neue Fortſetzung ich übrigens noch einige Mahl werde zu erinnern haben. Meine *Anzeige* für eine *Anfrage* anzuſehen, hat in dieſer neuen Fortſetzung jener Thaten, das erſte Windmühlengefecht veranlaſst.)

[Wem daran gelegen iſt, zu beurtheilen, ob ich a. a. O., S. 237, *mal à propos der Naturphiloſophie erwähne*, der wird die Verbindung, in welcher es dort geſchieht, noch ein Mahl durchleſen. Sie betreffend ſchrieb ich privatim an den Herrn Herausgeber eine Aeuſserung, durch welche deſſen dortige Anmerkung veranlaſst wurde.]

## Der *Widerſpruch*,

deſſen Herr Mollweide mich zu beſchuldigen ſucht, wäre kein bloſser Widerſpruch, ſondern eine mathematiſch-phyſikaliſche *Raſerei* zu nennen! Aber hier iſt das ganze *Corpus delicti* wörtlich abgedruckt.

„Wenn dem ſo iſt, ſo würde er, durch Maupertuis zu einer zweiten unterirdiſchen Reiſe veranlaſst, etwa folgenden pragmatiſchen Bericht darüber erſtattet haben.

Nachdem der Präſident ihm verſichert habe, daſs die Luft im Loche nicht den geringſten Widerſtand ihm entgegen ſetzen ſolle, auch die anziehenden Kräfte des geſammten Erdkörpers *ſo eben*, *auf Befehl* des Präſidenten, in dem Mittelpunkte der Erde ihren *vereinigten Sitz* genommen hätten, und *von da* aus den Quadraten ſeiner diesſeitigen europäiſchen *Annäherung geradezu*, den Quadraten ſeiner jenſeitigen amerikaniſchen *Entfernung* umgekehrt proportional ihn anziehen würden; ſo ſey er, Nicolaus Klimm, dem völlig ſeigern Loche völlig überlaſſen, nicht nur bis zum Mittelpunkte der Erde hin, immer geſchwinder und geſchwinder gefallen, ſondern bei Erreichung des Mittelpunkts ſey es ihm auch faſt ſo vorgekommen, als ob ſeine Geſchwindigkeit unendlich groſs habe werden wollen. Da indeſſen der Zug von der europäiſchen Mündung her, und *nach dem Mittelpunkte hin gerichtet*, in dem Augenblicke erſt, da er ſelbſt, Nicolaus Klimm, dieſen Mittelpunkt erreicht

habe, unendlich groſs geworden, in eben dieſem Augenblicke aber ein *eben ſo unendlich groſser Zug* von der amerikaniſchen Mündung her, und *nach* dem *Mittelpunkte hin gerichtet*, eingetreten ſey: ſo habe er, Nicolaus Klimm, etwa einer unendlich groſsen Geſchwindigkeit wegen einen unendlich groſsen Raum zu durchſtreichen um ſo weniger ſich gemüſsigt geſehen, da dieſes doch ohne den unendlich groſsen *Gegenzug* nicht einmahl würde haben Statt finden können, weil ja einer unendlichen Geſchwindigkeit wegen, weil ſie nur eine unendlich kleine Zeit dauert, immer nur ein endlicher Raum zu durchlaufen ſey. Ein ziemliches *Murren* der ſämmtlichen anziehenden *Kräfte, gegen* den *oberwähnten Befehl* des Präſidenten, habe er freilich, je näher er dem Mittelpunkte gekommen wäre, um deſto deutlicher bemerkt; indeſſen hätten ſie ſich nach aller Möglichkeit zu gehorſamen entſchloſſen, weil doch die Naturpräſidenten des erſten Decennii des 19ten Jahrhunderts noch weit ärgere, ihnen widernatürliche Concentrirungen und weit ſeltſamere Polaritäten ihnen auferlegen möchten. Kurz: Nicolaus Klimm ſey von dem Mittelpunkte an fernerhin mit einer endlichen, und von da immerfort *abnehmenden* Geſchwindigkeit, bis zur amerikaniſchen Mündung hinauf gefahren, von jener Mündung aber *wiederum zurück* gefallen, und *ſo weiter fort* zu wiederhohlten Mahlen, bis ihn endlich, da er ſo eben ein Mahl wieder aus der europäiſchen Mündung heraus mit ſeinem Kopfe an den Tag gekommen wäre, ein guter Freund daran ergriffen hätte.“

Mit *einer hier ſchicklichen Kürze* und *Anſchaulichkeit* habe ich es ja dem Klimm geſagt, je mehr du dem Mittelpunkte dich *näherſt*, je *ſtärker* und ſogar quadratiſch ſtärker, wirſt du angezogen; wenn du aber von ihm dich entfernſt, ſo wird es umgekehrt ſeyn, d. h., der Zug nach dem Mittelpunkte hin gerichtet, wird dann, ebenfalls quadratiſch, immer ſchwächer und ſchwächer auf dich wirken. Der Anſchaulichkeit gemäſs war es, dem Klimm zuvörderſt zu ſagen, wie er in dem Anfange ſeiner Reiſe würde angezogen werden, die er bekanntlich aus dem Mittelpunkte der Erde nicht anfing. Daſs in dieſem Mittelpunkte der Zug unendlich groſs ſeyn werde, dieſe Hauptſache wollte

ich recht abſichtlich ganz beſonders nachher erinnern, wie es auch geſchehen iſt. Der ganze Erfolg der Reiſe beweiſet es ja auch durchaus, daſs ich die ſo bekannte hierher gehörige Gravitationshypotheſe durchaus richtig verſtanden habe. Gar zu umſtändlich und ängſtlich ſie dem Klimm vorzutragen, das wäre hier faſt eben ſo geſchmacklos geweſen, als wenn ich hier das Publicum ausdrücklich hätte verſichern wollen, daſs Klimm's Reiſebeſchreibung nicht von ihm ſelbſt, ſondern von Hollberg herrühre!

Obgleich Herr Mollweide, meiner Meinung nach, die ich werde zu bewähren wiſſen, in *allen* ſeinen Bemerkungen den richtigen Geſichtspunkt verfehlt hat, und er daher ſich übel gerathen hat, in ſeinem Aufſatze an jenen groſsen Meiſter im Fehlhauen zu erinnern; ſo traue ich doch ſchlechterdings zu viele Urtheilskraft ihm zu, als daſs er ſelbſt von mir es jemahls geglaubt habe, daſs ich jene ſo trivial bekannte Gravitationshypotheſe ſo unſinnig, ich ſage noch ein Mahl, ſo raſend unſinnig verſtanden hätte, als er mir es aufzubürden ſucht. Aber, man denke ſich dieſe Beſchuldigung zurück genommen; — und alle Gelegenheit iſt dahin, mir zu ſagen, daſs ich in meinem Scherze unglücklich geweſen ſey! Denn hat es ſeine Richtigkeit, daſs Klimm und die Kräfte mich richtig verſtanden haben, ſo iſt es ja übrigens geradezu einleuchtend, daſs ich bei den Kräften ſelbſt, wegen ihrer gewaltſamen Concentrirung, mit aller unter ſolchen Umſtänden für mich, den Befehlsüberbringer, irgend ſchicklichen Deutlichkeit, durch den *Befehl* des Commandirenden *mich* entſchuldigt habe; und ſo müſſen auch die Kräfte jenen Meiſter im Fehlhauen zum Muſter genommen haben, wenn ſie gegen *mich* hätten murren wollen.

Ferner wäre es, eben deſshalb, weil der ganze Vorgang nur unter gehorſamer Annahme des Präſi-

dentenbefehles bestehen konnte, von mir sehr unzweckmäfsig gehandelt gewesen, wenn ich die Kräfte so zur *Unzeit* daran hätte erinnern wollen, dafs ein anderer ihrer Herren, Namens Newton, nicht in allen seinen Aufgaben so harte Concentrirungen von ihnen verlange. Die Sachverständigen aber, für welche die Aufforderung geschrieben wurde, hatten dergleichen Erinnerung noch weniger nöthig. *Man mufs Kenntnisse und Verstand bei ihnen voraus setzen.* Auch soll jeder Schriftsteller von seinen Lesern voraus setzen, dafs sie ihn *richtig verstehen zu wollen Lust* haben. Geschmackvolle Ausländer klagen es mir nur zu oft, dafs die Deutschen gegen beides so häufig zu fehlen pflegen.

Die wenigen von den noch übrigen Bemerkungen des Herrn Mollweide, welche eigentlich die Hauptsache treffen sollen, könnte ich ebenfalls heute sogleich mit fliegender Feder beantworten. Indessen thue ich es absichtlich nicht, bis ich jene Bemerkungen wirklich gedruckt sehe, und ich wiederhohle meine Bitte, dafs dieses unverändert geschehe.

Damit aber in dem noch rückständigen Beschlusse meiner Erwiederung lediglich von der Hauptsache zu reden übrig bleibe, so will ich heute noch über die mir entgegen gesetzten Autoritäten mich abfinden. Dem Herrn Professor Klügel werde ich zu rechter Zeit aufs neue darlegen, was ich gegen sein Benehmen in der Sache aufs neue zu erinnern habe. Das wird gewifs fernerhin mit aller der Achtung geschehen, die ich einem solchen Veteran in der Mathematik schuldig bin. Mein scherzhafter Ton in jener Aufforderung betrifft ja *nur* die *Sache*, *nirgend* aber einen *einzelnen Mann*.

Segner! möchte er noch leben! Gewifs würde er sich sehr freuen, dafs der so richtige *Anfang* seiner Theorie des $\frac{+}{-}$, im Anfange seiner Analysis, von mir mit Consequenz verfolgt, ein so brauchbares System erzeugt

hat durch mich, seinen *Schüler*. (Namentlich die achtungswürdigen Männer in Halle, Nöſſelt, Niemeyer, Schütz und Rüdiger, werden ſich noch erinnern, daſs er mich ſehr gern für ſeinen Schüler zu erkennen pflegte.) Er ſelbſt war jenem Anfange nicht treu genug geblieben, hatte auch in der Folge *Lage* mit *Richtung* verwechſelt; weſshalb ich auch ihn der Widerſprüche mit ſich ſelbſt habe beſchuldigen müſſen, wie Euler'n.

Käſtner hätte mir nicht ſollen entgegen geſetzt werden. Er lebte noch, als meine *erſte* hierher gehörige Schrift: *Formulae linearum ſubtangentium*, 1798 erſchien. Darin habe ich auch von Ihm, namentlich in §. 14 — 16, es dargethan, daſs *auch ſeine* Bemühungen, die *Subtangenten-Formel* für $\mp$ *richtig zu erklären, fehl gefchlagen ſind.* Er, der ſcharfſinnigſte unter den deutſchen Mathematikern am Ende des vorigen Jahrhunderts, zeigte die Schrift mit entſchiedenem Beifalle an, und ſchrieb mir: er würde, meiner Verbeſſerung gemäſs, in ſeiner Analyſis des Unendlichen abgeändert haben, wenn nicht ihr neuer Abdruck ſchon zu weit vorgerückt wäre.

Bei Couſin, La Place, La Grange ſind mir Widerſprüche in ihrem $\mp$ nicht *aufgefallen*; und darnach *geſucht* habe ich bei *ihnen* nicht. Ich ſelbſt will ganze Quartanten mathematiſcher Unterſuchungen ſchreiben, bei denen ich mit der gewöhnlichen Theorie ausreiche, wenn ſie nämlich immerfort ſehr abſtract ſollen abgefaſst bleiben können. [Vielleicht hätte auch ich das Bedürfniſs einer genauern Theorie nie ſo ganz entſcheidend vor Augen geſehen, wenn auch ich immerfort nur Lehrer der Mathematik geblieben wäre. Nachdem ich dieſe Bahn in Deſſau verlieſs, und in die nähern Dienſte des vortrefflichen Fürſten genommen wurde: ſo wurde es meine Pflicht, auf Anwendung

meiner Theorie zu denken; und da erkannte ich, zuerſt bei Euler's Mechanik ganz entſcheidend, daſs die gewöhnliche Theorie des $\mp$ bei vieler Anwendung ungenügend ſey, ſich ſelbſt widerſprechend werde. Aber noch gegenwärtig, da ich wiederum lehre, ſogar der bloſsen Praxis wegen lehre, habe ich bisweilen halbe Jahre lang kaum nöthig, meiner beſondern Theorie ausdrücklich zu erwähnen. Wenn man die Steine des Anſtoſses nur deutlich erkannt hat, ſo laſſen ſie zum groſsen Theil auch ganz ſtillſchweigend ſich vermeiden. Auch der Herr Prof. Klügel hat dergleichen Steine, nachdem ich davor gewarnt hatte, in ſeinem *mathematiſchen Wörterbuche* ganz in der Stille zu vermeiden geſucht.]

Es ſcheint durchaus mir ſchicklich, meine oberwähnten Erinnerungen gegen Käſtner hier mitzutheilen.

„§. 14. *Quod ad Virum autem, quem Neſtorem noſtrum omnes pie veneramur,* *) *ſummum ad Käſtnerum attinet; de eo quidem ſatis conſtat, regulam (antiquam) illam ipſi non placuiſſe; quippe qui ea neglecta potius monuerit, quod formulae* $y\frac{dx}{dy}$ *ſignum, e ſignis lineae y et quantitatis* $\frac{dx}{dy}$ *pendens, legem obſervet, quae ſequitur.*" „Die Subtangente und der Anfang der Abſciſſen liegen auf einer oder auf verſchiedenen Seiten der Ordinate, nachdem die Subtangente und Ordinate einerlei oder verſchiedene Zeichen haben."

„§. 15. *Antiquam illam, quam Hoſpitalius propinaſſe videtur regulam qui ſequantur, ſatis commode eos procedere per omnes abſciſſas poſitivas, per omnes autem negativas in falſum ferri, ſupra (§. 13) iam propoſuimus. Quod in uſum noſtrum hic convertere, ſi nobis daretur, ſtatim effectum foret: Käſtneri regulam neque ad negativas abſciſſas non convenire, quotiescunque cum negativis ordinatis coniunctae ſint; at vero*

*) Manchem unter den neuern Philoſophen wird es ſehr auffallen, daſs hier ein *jüngerer* Gelehrter dem *ältern* ſo viel Hochachtung bezeugt. Aber ehemahls war das, beſonders unter den Mathematikern, ſo gewöhnlich! *B.*

*non adhiberi posse ad positivas abscissas eas, quas cum negativis ordinatis coniunctas habere velimus; neque ad negativas abscissas, quascunque cum positivis ordinatis coniugatas habeamus.*

*Breviter ut dicam: Käſtneri regula convenit per omnes coordinatas signo sibi similes, et minus convenit in dissimilibus.*

„§. 16. *Dissimilium exempla depromi possunt e parabola, aequatione* $ax = yy$ *definita, cuius a primo ponatur positivum. Etenim in hac parabola evadens est* $\frac{dx}{dy} = \frac{2y}{a}$; *quare subtangentis valor, per antiquam formulam exhibitus, ibidem foret* $= \frac{2yy}{a}$ *et proinde affirmativus, etiam ad y negativas.*

*At vero e constructione ipsa geometrica perspicimus, parabolae illius quamlibet subtangentem cum abscissarum origine unam eandemque applicatae partem tueri!*

*Alterum, quod restat, dissimilium genus in eadem parabola reperire poteris, si a assumseris negativum, et applicatas positivas adhibueris.*

*Nec non utrumque genus deprehenditur in circulo superiori, ex aequatione* $x^2 + y^2 = r^2$ *constructo. Ad eum enim,* $y \frac{dx}{dy} = -\frac{yy}{x}$ *evadente, apparet, subtangentis antiquum valorem hic fore negativum ad quamvis x positivam, et fore positivum ad quamvis x negativam. Iam vero* $\begin{matrix} aut \\ aut \end{matrix}$ *cum* $\begin{matrix} negativis\ x & positivas\ y \\ negativis\ x & negativas\ y \end{matrix}$ *in quadrante* $\begin{matrix} secunda \\ quarta \end{matrix}$ *coniungendo, similia subtangentis valori et applicatae adhibitae signa reddunter, quamquam abscissarum origo et subtangens linea a diversis ordinatae partibus posita sunt.*

*Atque haec tria exempla contra Käſtneri regulam faciunt; cum Hopitalii autem regula pugnant quae sequuntur.*

*Hopitalium* habe ich hier nicht gedruckt wiſſen wollen, und auch *Hoſpitalium* hatte ich den Marquis de L'Hoſpital auf lateiniſch nicht ſollen nennen wollen. Aber eben ſo gewiſs weiſs ich es, daſs ich *ſein algebraiſches Inſtrument*, in meiner obigen Aufforderung, nicht aber *ſein Inſtrument*, *die Algebra*, habe ſchreiben wollen; denn der dortige Mathematiker hatte ja nicht ſeine ganze Algebra zu der Aufgabe gebraucht. Um Alles

willen aber lafst uns Mathematiker doch nicht eine so *kleinliche Tadelsucht* verrathen, wie sie durch solche seyn sollende Unterscheidungen zwischen *sein algebraisches Instrument* und *sein Instrument die Algebra*, nur gar zu deutlich an den Tag gelegt wird!

---

Vor vielen Jahren fand ich mich veranlafst, in dem Intelligenzblatte der A. L. Zeitung, etwa dreifsig Perioden Persiflage, oder wie dergleichen heifsen mag, gegen den damahligen Naturphilosophen, den Dr. Berger, drucken zu lassen, um seinen neuen Entdeckungen am Firmamente ein Ende zu machen. Die Absicht wurde völlig erreicht, und der Sieg war völlig mein. Dennoch fafste ich bald nachher den Entschluss, ohne dringende Veranlassung, solcher Waffen mich fernerhin nicht gegen *ausgenannte* Personen zu bedienen. In der That ist es auch nur sehr wenige Mahl mir nöthig geworden, und jedes Mahl mit sehr wenig Perioden abgethan gewesen. *Wie* gegen verdienstvolle Mathematiker ich streitige Sachen zu erörtern wünsche und pflege, darüber können meine sämmtlichen Aufsätze solcher Art, in dem ehemahligen pädagogischen Journale, in dem ehemahligen *Hindenburgischen* Archive, u. s. w., in diesen gegenwärtigen Annalen, und namentlich auch meine beiden Streitschriften gegen Klügel und Carnot zum Beweise dienen. Ich bin es mir bewufst, alle diese Schriften sind mit solcher aufrichtigen Wahrheitsliebe, und mit so humanen Gesinnungen aufgesetzt, dafs ich an jedem Tage meines noch übrigen Lebens *gern* an sie zurück denken kann. Auch mit dem Herrn Dr. Mollweide wünsche ich, wenn jener von ihm angefangene Gang gehörig ausgefochten seyn wird, in ein angenehmeres Verhältnifs zurück zu kehren.

(Der kurze Beschluss erfolgt nächstens.)

Da meine *Aufforderung*, *Annalen*, 1806, 6, X, jetzt aufs neue dürfte gelesen werden, so muss ich wenigstens den einen Druckfehler nochmahls rügen. S. 247, am Ende, steht *praktische* statt *graphische*.

---

## VIII.

### *Gegenbemerkung.*

Ich habe auf das, was Herr Buſſe hier gegen mich vorgebracht hat, nur folgendes zu erwiedern.

Erſtlich trifft der Vorwurf einer Verwechſelung von Anzeige mit Anfrage mich nicht. Denn Herrn Buſſe's Anzeige enthält ſo wohl die Anfrage, ob der darin erwähnte Satz ein Stein des Anſtoſses geworden ſey, als die Anzeige, daſs Herr Buſſe zum Beweiſe deſſelben die Naturphiloſophie in Requiſition geſetzt habe. Ich habe auch jene Anfrage nicht *beantworten* wollen, ſondern nur *Bemerkungen* darüber gemacht, worin ich Käſtner's Beiſpiel vor mir hatte.*) Zweitens rechnet es mir Hr. Buſſe zur Unhöflichkeit oder Unartigkeit an, daſs ich die Beweiſe eines leichten Satzes mitgetheilt habe, da es einer ſolchen Mittheilung nicht bedürfe. Dieſe Mittheilung war aber eben nöthig, um zu zeigen, daſs der Satz nicht von der Art ſey, daſs Herr Buſſe einem berühmten Mathematiker zutrauen konnte, den Beweis nicht augenblicklich ohne Hülfe der Naturphiloſophie zu finden.

Was das übrige anlangt, und beſonders, ob ich nicht der Forderung Herrn Buſſe's in Anſehung des Problems aus der Lehre von den anziehenden Kräften dadurch, daſs ich nicht eine, ſondern zwei Formeln für die Geſchwindigkeit diesſeits und jenſeits des Mittelpunkts der Anziehung, und zwar mit Hülfe der gewöhnlichen Theorie der entgegen geſetzten Gröſsen gegeben, vollkommen Genüge geleiſtet habe, überlaſſe ich den Leſern zur Beurtheilung und Entſcheidung.

*Mollweide.*

*) M. ſ. unter andern deſſen Geom. Abhandl., Samml. I, Abhandl. 59. *M.*

# IX.

## SCHREIBEN

*des Herrn Dr.* Veau-de-Launay *an Herrn* Delamétherie *über die Erzeugung von oxygenirter Salzsäure durch Galvanismus.*

Paris den 8ten Dec. 1806.

Bisher hatte man immer nur sehr kleine Mengen oxygenirter Salzsäure in destillirtem Wasser durch Einwirkung der Voltaischen Säule erhalten, und dies gab Gelegenheit, den Erfolg zu bezweifeln oder selbst zu läugnen. Ein Versuch, den die galvani'sche Societät so eben gemacht hat, wird jeden Zweifel über die Erzeugung der Säure heben. Volle 50 Grammes, oder ungefähr $1\frac{1}{2}$ Unzen destillirten Wassers sind dabei in den Zustand von oxygenirter Salzsäure übergegangen, die sehr stark den dieser Säure eignen Geruch verbreitete und einen Golddraht von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge auflöste, der sich in dem Cylinder befand, wobei sie die gelbe Farbe der Goldauflösung annahm. Sie röthete schnell die Lackmustinctur und schlug aus der Silberauflösung salzsaures Silber nieder. Ich kann Ihnen die Versicherung geben, dass sich nicht im mindesten an der Gewissheit dieser Verwandlung von destillirtem Wasser in oxygenirte Salzsäure zweifeln lässt.

Selbst wenn man das Resultat des Versuchs für die Wirkung einer Entbindung der Salzsäure aus der Kochsalzauflösung ausgeben wollte, womit der Cylinder des Kupferpols gefüllt war, würde das Produkt doch immer ein sehr interessantes Phänomen seyn. Dieser Versuch verdient daher besondere Aufmerksamkeit, und es ist zu wünschen, dass man ihn auf verschiedene Art wiederhole und abändere. (*Journ. de Phys.*, Dec. 1806, p. 472.)

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, DRITTES STÜCK.

## I.

## DARSTELLUNG

*der Theorie des Hrn.* De La Place *von der Wirkung der Haarröhrchen, und verwandten Erſcheinungen,*

vom

Profeſſor Biot in Paris,
Mitgliede des National-Inſtituts.

*Frei bearbeitet von* Gilbert.

Ich ſchicke dieſe kurze und lichtvolle Darſtellung, welche Hr. Biot in der *Revue Philoſophique* und in der *Bibliotheque Britannique*, Oct. 1806, von einer für die Phyſik höchſt wichtigen, aus der Tiefe der ſchwierigſten Analyſis geſchöpften Arbeit des Hrn. De La Place gegeben hat, dem voraus, was ich von dieſer und den daran ſich reihenden Arbeiten dem Leſer in der Folge von Hrn. De La Place ſelbſt, umſtändlicher vorlegen werde. Durch dieſe Unterſuchungen dehnt einer der gröſsten Köpfe das Gebiet der Mathematik über eine Klaſſe zahlreicher Naturerſcheinungen aus, welche ſich bisher in die Herrſchaft der

Rechnung nicht fügen wollten, und man wird nicht ohne lebhafte Theilnahme in gegenwärtiger Darſtellung ſehen, zu welchen groſsen und ſchönen Hoffnungen uns ein ſolcher Anfang berechtigt. — Herr De La Place überſchreibt ſeine Unterſuchungen: *Théorie de l'Action capillaire. Haarröhrchen-Wirkung* ſchien mir ein etwas zu hartes und in einander verſchränktes Wort zu ſeyn, als daſs ich mich deſſen bedienen mochte. H. Biot ſpricht ſelbſt von den Wirkungen der *capillarité;* hierfür weiſs ich gar keine Wort-Verdeutſchung, und habe den Ausdruck entweder beibehalten, oder weitläufig umſchreiben müſſen. Aus dem Reſultate der Unterſuchung geht hervor, daſs *Flächenanziehung* ein ganz ſchicklicher Ausdruck für beide ſeyn würde, ſagte er nicht zu viel, da auch die Brechung und einigermaſsen ſelbſt die chemiſchen Verwandtſchaften auf Flächenanziehung beruhn, und da die *action capillaire* ausdrücklich von Herrn La Place beiden zur Seite geſtellt wird. *Gilbert.*

---

Ein jeder, der ſich mit Phyſik beſchäftigt hat, kennt die Wirkung der Haarröhrchen, und die Erſcheinungen, welche damit in Zuſammenhang ſtehn. Nichts läſst ſich mit der Mannigfaltigkeit derſelben vergleichen, es ſey denn die Menge der Erklärungen, welche man für ſie gegeben hat. Herr De La Place lehrt uns in ſeiner Abhandlung die wahre Theorie dieſer Erſcheinungen kennen, indem er ſie der Herrſchaft der Rechnung unterwirft, welches der höchſte Grad von Vollkommenheit iſt, den die Phyſik zu erreichen vermag, und auf den ſie hinzuführen, unſer beſtändiges Beſtreben ſeyn muſs.

Um uns einen Begriff von feinen Unterfuchungen zu machen, wollen wir das einfachfte Beifpiel nehmen. Wenn man eine fehr enge Glasröhre, oder ein fo genanntes Haarröhrchen, in ruhiges Waffer, deffen Oberfläche horizontal fteht, fenkrecht eintaucht; fo fieht man das Waffer fogleich im Innern der Röhre anfteigen, und fich in ihr über der horizontalen Ebene des Waffers im Gefäfse erhalten. Die Höhe, in welcher diefes gefchieht, ift defto gröfser, je enger die Röhre ift, und fteht genau in umgekehrtem Verhältnifs mit dem Durchmeffer der Röhre. Diefes ift die Erfcheinung, wie die Erfahrung fie uns giebt; fie ift die allereinfachfte Wirkung der Capillarität.

Ich übergehe mit Stillfchweigen alle die falfchen Vorftellungen, welche man vorgebracht hat, um fie zu erklären. Einer Einwirkung der Luft läfst fich das Anfteigen nicht zufchreiben, denn es findet auch unter dem Recipienten der Luftpumpe Statt. Man ift folglich gezwungen, es für ein Refultat einer anziehenden Kraft, fey es des Waffers, oder des Glafes, oder beider, zu nehmen; und diefes war auch die Idee Newton's. Doch fagt der grofse Mann nicht beftimmt, worin diefe Anziehung beftehe und wie fie gefchehe; man fieht felbft daraus, wie er von dem Anfteigen des Waffers zwifchen Glasplatten, und von der Bewegung eines Tropfens Orangenöhl zwifchen zwei Ebnen, die unter einem fehr kleinen Winkel gegen einander geneigt find, fpricht, dafs er die wahre Urfache diefer Wir-

kungen nicht kannte. Der einzige Mathematiker, der ſich ſeitdem mit dieſer Aufgabe beſchäftigt hat, war Clairault. Er hat ſie in ſeinem meiſterhaften Werke: *Ueber die Geſtalt der Erde*, als eine eigentliche hydroſtatiſche Frage behandelt, und die verſchiednen Kräfte der Anziehung und der Schwere, durch deren Zuſammenwirken das Anſteigen der Flüſſigkeit beſtimmt wird, ſind von ihm auf eine ſehr feine und ſehr genaue Art analyſirt worden. Doch ſcheint es, dieſer vortreffliche Kopf ſey durch die falſche Idee irre geführt worden, die Anziehung der Röhre reiche bis in die Achſe der flüſſigen Säule, welche durch die Wirkung der Capillarität angehoben iſt. So verhält es ſich indeſs in der Natur nicht. Denn die Flüſſigkeit ſteigt in Röhren von gleicher Materie und von gleichem Durchmeſſer immer bis zu einerlei Höhe, gleich viel, ob das Glas der Röhre dick oder dünn iſt; offenbar haben alſo die cylindriſchen Glasſchichten, welche in irgend einer anzugebenden Entfernung von der innern Oberfläche der Röhre ſind, keinen Antheil an der Wirkung und ſind ohne allen wahrnehmbaren Einfluſs. Dieſe Erfahrung, welche gewiſs und zuverläſſig iſt, beweiſt, daſs die anziehende Kraft des Glaſes und überhaupt der Materie der Röhre bei zunehmender Entfernung ſehr ſchnell abnimmt, ſo daſs ſie nur bei Theilchen, die der Berührung höchſt nahe ſind, einen merkbaren Einfluſs hat, und wenn die Theilchen nicht mehr in einer unendlich kleinen

Entfernung von einander ſind, in ihrer Wirkung ſo gut als Null iſt. Hierin hat dieſe Art von Kraft die gröſste Aehnlichkeit mit dem, was die Chemiker Verwandtſchaft nennen. Auf dieſer Anſicht, welche aus der Erfahrung geſchöpft iſt, beruht die Theorie des Hrn. De La Place wie auf ihrem Grundſtein.

Ihr zu Folge können es alſo nicht die Wände des Haarröhrchens ſeyn, welche durch ihre Anziehung die kleine flüſſige Säule, die die Achſe des Haarröhrchens einnimmt, über der Horizontalebene der Flüſſigkeit ſchwebend erhalten. *) Denn wenn gleich die Röhre ſo fein wie ein Haar iſt, ſo hat ſie doch immer noch eine merkbare Weite, die man ſelbſt mit dem Auge erkennt; die Verwandtſchaft der Röhre zu der Materie, aus welcher dieſe flüſſige Ader beſteht, kann ſich folglich nicht bis zu ihr erſtrecken. Sie muſs folglich durch die Einwirkung des Waſſers auf ſich ſelbſt, angehoben ſeyn. Wie kann aber dieſe Einwirkung einen ſolchen Erfolg verurſachen? Dieſes iſt es, worin eigentlich die Entdeckung des Hrn. De La Place beſteht.

*) Oder vielmehr den Faden Flüſſigkeit O P, Fig. 1, Taf. II, in der Achſe der angehobnen Säule im Haarröhrchen F E N M; denn dieſer iſt es, welchen Hr. Biot hier meint. Dieſe und die beiden folgenden Figuren, welche keiner Erklärung weiter bedürfen, habe ich hier zur Erleichterung der Vorſtellung dem Biot'ſchen Aufſatze hinzu gefügt. *Gilbert.*

Um dieſes mit Deutlichkeit zu überſehen, erinnere man ſich der Art, wie eine ganz ähnliche Einwirkung der Körper auf das Licht vor ſich geht. So lange ſich das Lichttheilchen noch in einer angeblichen Entfernung von dem Körper befindet, leidet es von demſelben keine merkbare Einwirkung; ſo bald aber beide der Berührung ſich nahen, fängt die Verwandtſchaft an, ſich merkbar zu äuſsern, und nun wird das Lichttheilchen durch die Wirkung der Materie des Körpers immer mehr und mehr nach der Oberfläche deſſelben hin gezogen, bis es endlich durch dieſe hindurch in das Innere des Körpers dringt. Dieſe Wirkung der Körper auf das Licht äuſsert ſich auf eine ſehr deutliche Art, in dem Phänomene, welches man die *Brechung* nennt. Geht man von dieſer Anſicht aus, ſo läſst ſich durch bloſse Rechnung der Weg, welchen der gebrochne Strahl nimmt, mit der gröſsten Genauigkeit finden. Eine ſolche Anziehung in den kleinſten Entfernungen findet nun nicht bloſs für die Lichttheilchen Statt, ſie äuſsert ſich auf dieſelbe Art auf alle materielle Theilchen, welche mit der Oberfläche der Körper in Berührung kommen; ſie wirkt alſo auch auf die Theilchen ſelbſt, welche dieſe Oberfläche ausmachen.

Wenn folglich eine Flüſſigkeit, die in Ruhe iſt, ihrer Natur gemäſs ſo ſteht, daſs ihre Oberfläche eine horizontale Ebne bildet; ſo müſſen wir uns vorſtellen, daſs die Flüſſigkeit, abgeſehn von ihrer Schwere zur Erde, eine eigene Art von Wir-

kung auf sich selbst ausübt, welche dahin strebt, die Theilchen der Oberfläche in das Innere der Flüssigkeit hinein zu treiben, und die ohne den Widerstand, welcher von der Undurchdringlichkeit herrührt, diese Wirkung in der That hervor bringen würde. Nun aber hat das Wasser in einem Haarröhrchen keinesweges eine horizontale Oberfläche; es nimmt vielmehr zu oberst die Gestalt einer krummen Höhlung an, die einer Halbkugel sehr nahe kömmt. In diesem Zustande äussert es noch immer auf die Theilchen seiner Oberfläche eine Einwirkung in senkrechter Richtung von aussen nach innen. Ist aber diese Einwirkung der gleich, welche Statt finden würde, wenn die Oberfläche eben wäre? Dies muss man nothwendig wissen, um die Bedingungen des Gleichgewichts kennen zu lernen; und hiermit fängt daher Hr. De La Place seine Untersuchung an.

Er gelangt dahin, dieses zu bestimmen, durch die Methoden, die Anziehung von Sphäroiden zu berechnen, welche er in seiner Mechanik des Himmels entwickelt hat. Er zeigt zuerst, dass ein Körper, der sich in eine Fläche von der Gestalt einer Halbkugel, oder eines andern merkbaren Segments einer Kugel endigt, auf die Theilchen in seiner sphärischen Oberfläche von aussen nach innen eine Kraft äussert, die verschieden von der ist, welche in einer ebnen Oberfläche Statt findet. Ist die Oberfläche *hohl*, *) so

*) Wie in Fig. 1, wo A B die Horizontalebne der Flüssigkeit, z. B. des Wassers; F E N M das hinein

ist diese Kraft *kleiner* als die Kraft in einer ebnen Oberfläche; ist die Oberfläche *convex*, *) so ist sie *gröſser* als in einer Ebne. Jenes ist also der Fall bei Wasser, welches in Haarröhrchen über dem Niveau der Flüſſigkeit steht; dieses bei Queckſilber, das in einer nicht vollkommen ausgetrockneten Röhre unter dem Niveau steht. Der Unterschied der Kräfte in der sphärischen und in der ebnen Oberfläche ist in beiden Fällen gleich groſs; und zwar steht dieser Unterschied in umgekehrtem Verhältniſs mit dem Halbmesser der Sphäre, und ist immer sehr klein, im Vergleich mit der Kraft in der Ebne. Um sich einen Begriff von der Ursache dieser Verschiedenheit zu machen, denke man sich die flüſſige Säule in beiden Fällen als eine Säule, die sich mit einer horizontalen Ebne **) endigt, zu der aber, im Fall die obere Fläche *hohl* ist, noch ein Meniscus hinzu kömmt, dessen *obere* Fläche hohl ist; ***) an der dagegen, im Fall die obere Fläche *convex* ist, ein Meniscus fehlt, dessen *untere* Fläche hohl ist. ****) Nun aber ist die Wirkung dieses Meniscus völlig dieselbe, nach welcher Seite hin auch die Höhlung desselben liegt; immer

getauchte Haarröhrchen, und MONFE die Waſserſäule im Röhrchen bezeichnet. *Gilbert.*

*) Wie in Fig. 2, wo fnome die Säule, z. B. von Queckſilber, im Haarröhrchen anzeigt.

**) KI, Fig. 1; ki, Fig. 2.

***) KIMON, Fig. 1.

****) monki, Fig. 2.

ſtrebt er, die flüſſige Säule anzuheben. Folglich muſs im erſten Falle die Wirkung deſſelben von der in der Ebne abgezogen werden, wenn man die Kraft haben will, welche die Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt von aufsen nach innen, im Vergleich mit der von unten nach oben, äufsert. Im zweiten Falle muſs ſie dagegen zu der Wirkung der Ebne auf ſich ſelbſt hinzu gefügt werden; denn da hier die Flüſſigkeit im Raume des Meniscus fehlt, ſo entſteht daraus ein Ausfall in der anſteigenden Kraft, und folglich eine Vermehrung in der anziehenden Kraft der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt, da dieſe jener entgegen geſetzt iſt.

Auch wenn die Oberfläche keine völlig ſphäriſche Geſtalt hat, bleibt die Wirkung derſelben auf ſich ſelbſt, immer noch aus zwei Gliedern beſtehend, deren eins die Wirkung einer ebnen Oberfläche auf ſich ſelbſt, das andre, je nachdem es negativ oder poſitiv iſt, die Wirkung des concaven oder des convexen Meniscus vorſtellt. Dieſes zweite Glied, welches immer ſehr klein im Vergleich mit dem erſten iſt, iſt gleich der halben Summe der Wirkung zweier Kugelflächen, die mit dem gröſsten und mit dem kleinſten Halbmeſſer der Krümmung der Fläche an dem Punkte, welchen man betrachtet, beſchrieben ſind. Dieſem Geſetz gemäſs beſtimmt Hr. De La Place ohne Schwierigkeit die partielle Differential-Gleichung, welche die Natur der Oberfläche ausdruckt; dieſe Gleichung läſst ſich durch Näherungen integriren,

welche die Umſtände für jeden Fall an die Hand geben; und ſo gelingt es Hrn. De La Place, für jeden Fall die Geſtalt der Oberfläche und die Einwirkung der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt zu finden.

Aus dieſer Analyſe ergiebt ſich, daſs das Glied, welches die Wirkung des Meniscus auf die flüſſige Säule in der Achſe eines Haarröhrchens ausdruckt, dem Durchmeſſer des Röhrchens verkehrt proportional iſt.

Legt man dieſe Reſultate der Rechnung zum Grunde, ſo iſt es ſehr leicht, zu erklären, warum Flüſſigkeiten in Haarröhrchen über oder unter ihrer Horizontalebene ſtehen. Man denke ſich eine unendlich enge Waſſerader, von irgend einer willkührlichen Geſtalt, die von dem unterſten Punkte des Meniscus anfange, durch das Röhrchen herab gehe, im Innern der Flüſſigkeit wieder aufwärts ſich biege, und ſich an der Oberfläche der freien Flüſſigkeit endige. *) Soll alles in Ruhe ſeyn, ſo muſs die Flüſſigkeit in dieſer Ader für ſich im Gleichgewichte ſeyn. Nun aber erleidet die Flüſſigkeit an den beiden oberſten Punkten dieſer Ader einen ungleichen Druck; in der freien Flüſſigkeit den der Einwirkung einer Ebne auf ſich ſelbſt; im Haarröhrchen den einer concaven Oberfläche auf ſich ſelbſt; hier alſo einen geringern Druck. Nothwendig muſs alſo, ſoll Gleichgewicht Statt finden, die Flüſſigkeit im Haarröhrchen

*) Z. B. die unendlich dünne Waſſerader O R Z V, Fig. 1. *Gilbert.*

so hoch steigen, bis das Gewicht der kleinen angehobnen Säule der Flüssigkeit das ausgleicht, was im Röhrchen der Wirkung der Anziehung auf die Oberfläche, wegen der Höhlung derselben, abgeht. Der Unterschied beider Wirkungen verhält sich verkehrt wie der Durchmesser des Haarröhrchens: folglich muss auch für die Höhe der kleinen angehobnen Säule *) dieselbe Proportionalität Statt finden. Und so verhält es sich wirklich in der Erfahrung.

Ist die Oberfläche der Flüssigkeit in dem Haarröhrchen convex, statt hohl zu seyn, so tritt ein entgegen gesetzter Erfolg ein. Die Wirkung der Anziehung ist in der convexen Oberfläche, wie Hr. De La Place bewiesen hat, gröfser, als die in einer Ebne, aber ebenfalls nach umgekehrtem Verhältnisse des Durchmessers des Röhrchens. Die vorige Schlufsfolge gilt daher auch für diesen Fall, nur mit dem Unterschiede, dafs, da jetzt die Anziehung in der Oberfläche der freien Flüssigkeit kleiner ist, als in der Oberfläche im Röhrchen, die Flüssigkeit jetzt im Haarröhrchen unter der Horizontalebne hinab steigen mufs. Die Tiefe, um welche dieses geschieht, **) mufs aber auch in diesem Falle dem Durchmesser der Röhre verkehrt proportional seyn. In der That findet das alles gerade so in der Erfahrung Statt, wenn die Flüssigkeit die Röhre nicht

*) PO, Fig. 1.

**) Um po in der unendlich dünnen Ader der Flüssigkeit ozrv, Fig. 2.

nafs zu machen, und fich an die Wände derfelben nicht anzuhängen vermag, wie das z. B. der Fall ift, wenn man das Glasröhrchen, ehe man es in das Waffer taucht, im Innern mit etwas Fett überzogen hat, oder wenn man es in Queckfilber taucht, ohne dafs beide vollkommen trocken find. Unter diefen Umftänden nimmt die Oberfläche der Flüffigkeit im Innern des Röhrchens eine convexe Geftalt an, und die Flüffigkeit fteht unter ihrem Niveau, um eine Gröfse, welche dem Durchmeffer der Röhre verkehrt proportional ift.

Nimmt man in diefen Fällen das Hinderniſs weg, welches macht, dafs die Flüffigkeit und das Glas nicht an einander adhäriren, fo nimmt die Flüffigkeit im Haarröhrchen wiederum eine hohle Oberfläche an, und fteigt über die Horizontalfläche an. Dieſes findet felbſt beim Queckfilber Statt, wenn es recht trocken ift, und wenn man das Innere des Röhrchens, das man hinein fetzt, dadurch, dafs man Queckfilber lange Zeit über darin kocht, von aller wäfferigen Feuchtigkeit vollkommen befreit. *) Mehrmahls ausgekochte Barometerröhren

*) Auf welche Art dieſes der Prof. Casbois in Metz bewirkt, und dadurch einen Queckfilberſtand von 2 bis 3‴ über dem Niveau erhalten hat, erzählt unter andern Hr. Hauy in ſeinem *Traité elem. de Phyſ.*, §. 193. Hr. Milon erhielt dieſen Erfolg nicht, (*Journ. de Phyſ.*, t. 54, p. 128 f.; *Ann.*, XIV, 432,) weil er anders verfuhr, das Queckfilber für ſich kochte und das Röhrchen bloſs ſtark erhitzte. Sein Verſuch iſt alſo keine

befinden sich in diesem Falle, aber ein einmahliges Auskochen reicht nicht hin, alle Dämpfe und alle Luft völlig zu vertreiben, wie das die gewöhnlichen Barometer dadurch beweisen, dafs das Queckfilber in ihnen noch mit convexer Oberfläche ſteht.

Der unterſcheidende Charakter dieſer Theorie iſt, dafs ſie alles aus der Geſtalt der Oberfläche ableitet. Die Natur des feſten Körpers und die der Flüſſigkeit wirken weiter nicht ein, als dafs ſie die Richtung der erſten Elemente der Flüſſigkeit, da, wo ſie den feſten Körper zu berühren anfängt, beſtimmen; denn einzig und allein dort äufsert ſich ihre gegenſeitige Verwandtſchaft. Dieſe Richtungen, wie ſie ſich einmahl geben, ſind ſtets dieſelben, wenn die Flüſſigkeit und die Materie des feſten Körpers dieſelben bleiben, die Figur des Körpers, welcher aus dieſer Materie beſteht, ſey übrigens welche man will. So z. B. iſt ſie für Röhren und für Ebnen dieſelbe. Ueber dieſe erſten Elemente hinaus, und aufserhalb der Sphäre merkbarer Wirkſamkeit des feſten Körpers, hängt die Richtung der übrigen Elemente und die Geſtalt der Oberfläche einzig und allein von der Wirkung der Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt ab.

**Widerlegung des Casbois'ſchen und der Folgerung, die man aus demſelben zieht; ſondern ein Beweis, dafs bloſses Erhitzen des Röhrchens nicht hinreicht, es von aller Feuchtigkeit im Innern zu befreien.** *Gilbert.*

Alles, was auf die Oberfläche des Glafes fo einwirkt, dafs dadurch eine Aenderung in der Richtung der erften Elemente der Flüffigkeit hervor gebracht wird, mufs folglich auch die Krümmung der Oberfläche, und, als Folge davon, den Stand der Flüffigkeit im Haarröhrchen verändern. Hieraus erklärt es fich, warum in Haarröhrchen, deren Inneres mit Fett überzogen ift, das Waffer unter feiner Horizontalfläche fteht, und warum das Queckfilber in Haarröhrchen unter oder über der Horizontalfläche fteht, je nachdem fie feucht oder vollkommen trocken find. Auch das Reiben kann ähnliche Wirkungen hervor bringen, wovon Herr De La Place Beifpiele anführt. Diefe fcheinbaren Anomalieen werden aus feiner Theorie fehr begreiflich, und ftatt bizarr und ohne Regel zu feyn, wie es anfangs fcheint, find fie vielmehr feften Gefetzen unterworfen, und laffen fehr beftimmt fich vorher fehen.

Die Erfcheinungen, welche uns die Haarröhrchen zeigen, find nicht lediglich auf Röhren eingefchränkt; fie finden auch in *ebnen Räumen* Statt. Zwifchen zwei Glasplatten, welche parallel, und in geringer Entfernung von einander find, fteht das Waffer ebenfalls über, und das Queckfilber unter feiner Horizontalebne. Das Gefetz für diefe Erfcheinungen ift daffelbe, als das für die Haarröhrchen; auch hier ift die Gröfse, um welche die Flüffigkeit höher, oder um welche fie tiefer fteht, der Entfernung der beiden Glasplatten von einan-

der verkehrt proportional. Es findet aber hierbei ein sonderbarer Unterschied Statt, den schon Newton wahrgenommen hatte: diese Gröfse an sich ist gerade nur halb so grofs, als in einem Haarröhrchen von gleicher Weite, und so z. B. steigt die Flüssigkeit zwischen zwei Glasebnen, die um 1 Millimeter von einander entfernt sind, gerade nur so hoch, als in einem Haarröhrchen, das genau 2 Millimeter zum Durchmesser hat. Newton hat sich begnügt, dieses Resultat in den Fragen am Ende seiner Optik blofs anzugeben, und die Physiker scheinen bisher wenig Aufmerksamkeit auf dasselbe gewendet zu haben, so merkwürdig es auch ist. Die Theorie des Hrn. De La Place führt auf eine sehr einfache Ursache. Wir haben gesehen, dafs in Röhren die Wirkung der hohlen Oberfläche auf die in ihnen angehobne flüssige Säule die Hälfte der Wirkung zweier Sphären ist, die zu Halbmessern den gröfsten und den kleinsten Halbmesser der Krümmung der Oberfläche an ihrem untersten Punkte haben. Dasselbe gilt für die Wirkung der convexen Oberfläche auf die herab gedrückte flüssige Säule. Wenn nun die Röhre nach einer Richtung flacher wird, so nimmt nach dieser Richtung die Krümmung der Oberfläche ab, folglich der Halbmesser der Krümmung zu; und er wird unendlich, wenn die Röhre sich in zwei parallele Ebnen verwandelt. Es verschwindet folglich in diesem Falle der Theil der Anziehung der Oberfläche, welcher diesem Halb-

meſſer verkehrt proportional iſt, und es bleibt blofs der Theil übrig, welcher von dem andern Halbmeſſer der Krümmung, nach der Richtung, welche auf dieſer ſenkrecht iſt, abhängt; und auf dieſe Art bleibt die anziehende Einwirkung jetzt nur halb ſo grofs. Man ſieht, dafs die Theorie des Hrn. De La Place dieſes Reſultat auf eine ſehr leichte Art in aller Strenge giebt.

Dieſe Theorie erklärt alle Phänomene, welche denen in den Haarröhrchen verwandt ſind, (*les phénomènes capillaires*,) ohne Ausnahme, auf eine gleich einfache Weiſe. Dahin gehören: das Anſteigen des Waſſers zwiſchen concentriſchen cylindriſchen Röhren, oder in koniſchen Haarröhrchen; die Krümmung, welche Waſſer annimmt, wenn es ſich an eine Glasebne anhängt; die ſphäriſche Geſtalt der Tropfen aller Flüſſigkeiten; das Fortrücken eines Tropfens zwiſchen zwei Ebnen, die ſehr wenig gegen einander geneigt ſind; der Trieb, welcher Körper, die auf Flüſſigkeiten ſchwimmen, einen zum andern zieht; und ſo ferner. Die Erklärung Aller dieſer ſo verſchiedenartigen Wirkungen laſſen ſich aus derſelben Formel ableiten, und das nicht etwa durch bloſse Vermuthungen auf eine unbeſtimmte Weiſe, ſondern ſie laſſen ſich ihrem Zahlwerthe nach aus ihr berechnen, welches ſie unter einander in Beziehungen ſetzt, die man bisher zwiſchen ihnen nicht kannte. Herr De La Place findet ſehr mit Recht ein Vergnügen darin, dieſe Phänomene einzeln zu entwickeln,

wickeln, und sie alle auf einerlei Gesetze zurück zu führen.

So z. B. übersieht man aus dieser Theorie sehr deutlich, warum zwei parallele, in eine Flüssigkeit eintauchende Glasplatten, die in sehr geringer Entfernung von einander sind, sich einander zu nähern streben, selbst in dem Falle, dass die Flüssigkeit zwischen ihnen über dem Niveau steht. Denkt man sich nämlich eine unendlich enge Ader, welche in der Achse der Flüssigkeit zwischen beiden Ebenen senkrecht herab geht, und sich in irgend einem Punkte in einen horizontalen Arm biegt, der senkrecht auf einer der Glasplatten steht, und sich an ihr endigt; *) so leidet diese Ader an ihren beiden Oeffnungen einen Druck von ungleicher Grösse. Denn da die Flüssigkeit, welche mit der Glasplatte in Berührung ist, eine Ebene bildet, so ist der Druck, den sie an ihrer untern Oeffnung in horizontaler Richtung von aufsen nach innen leidet, die Wirkung einer ebenen Oberfläche auf sich selbst; an der obern Oeffnung dagegen ist der Druck von oben nach unten zusammen gesetzt aus der Wirkung einer ebenen Oberfläche auf sich selbst, weniger der Wirkung des Meniscus, und aus dem Gewichte der in dem senkrechten Arme der Ader über dem Niveau sich befindenden Flüssigkeit. Folglich bleibt in der ganzen Ader nach horizontaler Richtung von aufsen nach innen

*) Z. B. OZR in Fig. 3, wenn EF, GH die beiden Glasplatten bedeuten. *Gilbert.*

ein Druck, welcher der Wirkung des Meniscus, weniger dem Gewichte dieſer flüſſigen Säule, gleich iſt. Dieſe beiden Wirkungen ſind einander gleich, wenn der Punkt der Ebene, in welchem der horizontale Arm der Ader ſich endigt, im Niveau der Flüſſigkeit liegt; *) für höher liegende Punkte findet dagegen das Gleichgewicht nicht Statt. Je höher man kömmt, deſto kleiner wird das Gewicht der Säule im ſenkrechten Arme; deſto weniger vermag daher daſſelbe, die anziehende Wirkung im Meniscus aufzuheben, und beide Glasplatten werden daher von einer Kraft ſollicitirt, welche beide treibt, einander ſich zu nähern. Wer dieſes Reſultat der Theorie mit den vielen Erklärungen, welche die Phyſiker für das Phänomen gegeben haben, ſelbſt Newton's Erklärung nicht ausgenommen, vergleicht, wird ſich ſehr anſchaulich von dem groſsen Vorzuge einer mathematiſchen auf Berechnung gebauten Theorie, vor bloſsen Conjecturen überzeugen.

Hr. De La Place hat, um ſeine Theorie der ſtrengſten Probe zu unterwerfen, ſie überdies noch mit Verſuchen verglichen. Er bedient ſich dazu der Verſuche, welche Hawksbee unter den Augen Newton's angeſtellt hatte, und einiger nicht minder genauer Verſuche, mit welchen ſich die HH. Hauy und Tremery auf ſeine Bitte

*) Oder darunter, da dann auch an der horizontalen Oeffnung das Gewicht der Waſſerſäule $pr = qz$ in Anſchlag kömmt. *Gilbert.*

vor kurzem beschäftigt haben. Merkwürdig ist die Uebereinstimmung, welche zwischen diesen Versuchen und den Formeln herrscht, obgleich die letztern nur Annäherungen sind. Diese Genauigkeit der Resultate ihrem Zahlwerthe nach, ist der wahre Prüfstein der Theorieen.

Keine wissenschaftliche Entdeckung ist ohne allen Nutzen für die Ausübung; hier eine Anwendung der gegenwärtigen auf das Barometer. Die Wirkungen der Haarröhrchen äufsern sich auch in den Barometerröhren. Ist in ihnen die Oberfläche des Queckfilbers convex, so mufs dieses in den Gefäfsbarometern Einfluss auf die Höhe der Queckfilbersäule haben. Durch Einwirkung der convexen Oberfläche wird das Queckfilber etwas herab gedrückt, und bei sehr genauen Untersuchungen könnte dieses in Betracht kommen. Bei Heberbarometern ist die Wirkung in beiden Schenkeln einander gleich und hebt sich folglich auf. Herr De La Place giebt ein sehr leichtes Verfahren an, wie die Correctionen, welche deshalb bei allen beobachteten Höhen der Gefäfsbarometer anzubringen sind, sich durch Versuche finden lassen.

Auch übersieht man leicht aus dem Vorhergehenden, dafs die Barometerhöhen von dem höchsten Punkte der Convexität an zu rechnen sind, und nicht, wie es einige Beobachter thun, von den Punkten an, in welchen die Convexität das Glas berührt. Dieses zweite Verfahren giebt lauter Barometerstände, die um die Höhe der Con-

vexität zu klein sind, welches zu nicht unbedeutenden Irrungen über die Höhen der Gegenstände führen kann.

Die Theorie, welche ich hier dargestellt habe, bildet einen Anhang zu des Hrn. De La Place Mechanik des Himmels, welcher von einem grofsen Werthe ist. Bei jedem Schritte strahlt daraus ein erfindendes Genie hervor, das durch tiefe Kenntnifs der Gesetze der Physik und der Chemie erleuchtet und geleitet wird. Bisher waren die Erscheinungen der Strahlenbrechung die einzigen Wirkungen der Anziehung in kleinen Entfernungen, welche man berechnet hatte, und Newton ist es, dem wir diesen kühnen Versuch verdanken. Hr. De La Place macht jetzt in den Phänomenen der Haarröhrchen noch eine Wirkung dieser Art der Rechnung unterthan. Wie sehr ist es nicht für den Fortgang der Wissenschaft zu wünschen, dafs er auf diesem Wege weiter fortschreite! Ein eben so einladender, vielleicht noch schwierigerer, doch eben dadurch seiner Anstrengung um so würdigerer Gegenstand zeigt sich ihm in den electrischen Erscheinungen, welche durch zahlreiche und genaue Versuche völlig vorbereitet scheinen, in das Gebiet der Rechnung aufgenommen zu werden, und die Unendlichkeit der Hülfsmittel zu zeigen, welche dem Mathematiker zu Gebote stehn. Die zahlreichen und mannigfaltigen Wirkungen der chemischen Verwandtschaften sind nicht minder lockende Gegenstände für diese

Unterſuchung, da der genaue Zuſammenhang, in welchem ſie mit der Strahlenbrechung und mit den Wirkungen in den Haarröhrchen ſtehn, deren Geſetze Hr. De La Place ſo meiſterhaft entwickelt hat, zu beweiſen ſcheint, daſs auch ſie ihre Geſetze von dem Mathematiker erhalten müſſen. Es giebt der Menſchen, welchen die Natur wahres Genie verliehen hat, ſo wenige, daſs es für ſie eine Art von Pflicht iſt, nie ſtill zu ſtehen, und daſs es zur Ehre ihres Jahrhunderts und zur Erweiterung des menſchlichen Wiſſens zu wünſchen iſt, daſs ſie jenes berühmten Verſes eingedenk ſeyen:

*Nil actum reputans, ſi quid ſupereſſet agendum.* *)

---

*) Und wer entſpricht dieſem wohl mehr, als der tiefſinnige und gewandte Geometer, deſſen Entdeckung der Geſetze, denen die Anziehungen in der Berührung unterworfen ſind, eine neue Epoche in der Phyſik begründet? Schon hat er ſeiner erſten Arbeit, welche Hr. Biot bei gegenwärtiger Darſtellung allein vor Augen hatte, drei andere Arbeiten folgen laſſen. In den beiden erſten wendet er die Geſetze, welche er aus den Erſcheinungen in den Haarröhrchen entwickelt, und durch die völlige Uebereinſtimmung der Folgerungen mit den Beobachtungen dargethan hatte, auf andre Anziehungen in der Berührung an. Die neuen Anſichten, auf welche er durch dieſe Anwendungen, und wahrſcheinlich auch durch die ſcharfſinnigen Unterſuchungen Th. Young's über die Cohäſion der Flüſ-

ſigkeiten, (welche man in einem der folgenden Hefte finden wird,) geführt wurde, haben ihn veranlaſst, in der dritten Arbeit ſeine Theorie aufs neue wieder aufzunehmen, ſie noch auf einfachere Gründe, auf unmittelbare Betrachtung aller dabei einwirkenden Kräfte zu ſtützen, und ſie noch mehr zu verallgemeinern; und dadurch iſt es ihm geglückt, ſie ſchon bis in die chemiſchen Verwandtſchaften hinein zu führen. Von allen dieſen Arbeiten, mit denen für die Phyſik ein neues Zeitalter Newton's zu beginnen ſcheint, werde ich die Leſer in den folgenden Heften der Annalen umſtändlich unterhalten, und ihnen das Vergnügen nicht entziehen, Herrn De La Place ſelbſt zu hören, der nicht minder lichtvoll ſchreibt als denkt. *Gilbert.*

# II.

## BESCHREIBUNG
### *eines Tubular-Pendels, welches alle Eigenſchaften des roſtförmigen hat, doch feſter iſt, und ſich weniger ruckweiſe verändert.*

Von

EDWARD TROUGHTON,
mathematiſchem Inſtrumentenmacher.

(*In einem Briefe an* Nicholſon.) *)

London, Nov. 3, 1804.

Ich habe oft den Vorſatz gehabt, in Ihrem Journal, ſeitdem es begonnen hat, die Verbeſſerungen zu regiſtriren, welche ich häufig an aſtronomiſchen und andern Inſtrumenten mache. Nicht leicht hat indeſs jemand einen gröfsern Widerwillen gegen das Schreiben, als ich. In den Wirbel der Geſchäfte verſchlungen, und täglich 9 bis 12 Stunden mit eignen Händen arbeitend, bleibt mir nur wenig Zeit zu litterariſchen Beſchäftigungen. Und doch muſs es Trägheit ſcheinen, wenn jemand, der ſich der Originalität ſeiner Ideen rühmt, ſie nicht dem Drucke übergiebt, da ſie, bevor dieſes nicht geſchehn iſt, Blumen und Früchten gleichen, welche

*) Zuſammen gezogen aus Nicholſon's *Journal*, Vol. 9, p. 225. *Gilbert.*

wild am Wege wachsen, und von jedem, der vorbei geht, gepflückt werden können.

Schon seit zwanzig Jahren verfertige ich Pendel, und noch immer hat diese Arbeit Reitz für mich, da ich noch durch keine Patente daran verhindert werde; wovon der Grund unstreitig darin liegt, dass das, was wenig gesucht wird, keine Aussicht zum Gewinn giebt. Auf mein Tubular-Pendel bin ich in der Mitte des verflossnen Julius gekommen, und so eben habe ich es in Gang gebracht. Die ehrenvolle Erwähnung, welche Sie im Maistück 1797 Ihres Journals von meinem Mercurial-Pendel gemacht, die trefflichen Aufsätze, welche Sie zu verschiedenen Zeiten über die Pendel in das Publicum gebracht haben, und die Wichtigkeit des Gegenstandes für die praktischen Wissenschaften, besonders für Astronomie, sind mir Bürge, dass die folgende Beschreibung meiner neuen Compensation Ihnen angenehm seyn wird.

Dieses Pendel ist seiner Natur nach nicht neu; es ist im Grunde blos eine neue Art von rostförmigem Pendel, obschon es sich dem äussern Ansehen nach von diesem gänzlich unterscheidet. Fig. 1 und 2, Taf. III, stellen es von vorn und von der Seite dar, nach einem Maasstabe, der acht Mahl kleiner als der wahre ist. Die eigentlich wirksamen Theile sind im Innern verborgen, und es zeigt sich daher in diesen Figuren, als bestünde es, bis auf die Suspensionsfeder, ganz aus solidem Messing. Was die Linse betrifft, so besteht sie aus

einem kreisrunden Stücke Meſſing, deſſen Rand cylindriſch iſt und deſſen vordere und hintere Fläche ſphäriſch ſind; dieſe Geſtalt iſt leicht zu machen und fällt gut ins Auge. Dieſes Meſſingſtück hat etwa 7 Zoll im Durchmeſſer, iſt in der Mitte $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, und wiegt ungefähr 15 Pfund Avoir du poids. Was in den Figuren als Pendelſtange erſcheint, iſt eine Röhre aus Meſſing, die von der Linſe bis nahe an das oberſte Ende reicht. Sie enthält in ihrem Innern eine zweite Röhre und 5 Drähte, welche ſo angeordnet ſind, daſs alles vereint, (gleich Harriſon's Roſt mit neun Stäben,) 5 Expanſionen von Stahl herabwärts und 2 Expanſionen von Meſſing heraufwärts bewirkt, deren Länge in verkehrtem Verhältniſſe mit ihrer Ausdehnbarkeit durch Wärme ſteht, ſo daſs, wenn die Einrichtung gehörig getroffen iſt, ihre Wirkung gegenſeitig ſich aufhebt. Der dünne Theil, den man zu oberſt an der Pendelſtange ſieht, iſt ebenfalls eine Meſſingröhre; ſie bedeckt das oberſte Ende des mittelſten Drahtes, welcher allein ſo hoch herauf reicht, und wird nur von ihm getragen, ohne eine andere Stütze zu haben.

Gehen wir von oben herabwärts, ſo geſchieht die erſte Expanſion nach unten zu. Die Feder, ein kurzer, 0,1 Zoll dicker, und ein langer, 0,1 Zoll dicker Draht, alle von Stahl, ſind feſt mit einander verbunden, und reichen bis auf 1 Zoll über den Mittelpunkt der Linſe hinab; ſie befinden ſich in der Achſe der Röhre, und machen den mittel-

ſten Stab aus. An dem unterſten Ende des Stabes iſt die Bodenplatte der innern Meſſingröhre befeſtigt; dieſe Röhre hat 0,6 Zoll im Durchmeſſer, endigt ſich nahe unter dem oberſten Theile der äuſsern Röhre, und bewirkt die erſte Ausdehnung aufwärts. An der Deckplatte dieſer innern Röhre hängen zwei Stahldrähte, von 0,1 Zoll Durchmeſſer, und zwar ſo, daſs eine Ebene durch ſie ſenkrecht auf der Schwingungsebene des Pendels ſteht. Sie ſind etwas länger als die innere Röhre, und ſehen daher unten aus ihr hervor, ohne ſie jedoch zu berühren; ſie bewirken die zweite Expanſion nach unten zu. Die zweite Ausdehnung nach oben erhalte ich durch die äuſsere Röhre, die ſo weit iſt, daſs die innere Röhre eben frei durch ſie hindurch geht, und deren Bodenplatte an den untern Enden der beiden eben beſchriebenen Drähte feſt ſitzt. Die dritte Expanſion nach unten geben zwei andere, 0,1 Zoll dicke Stahldrähte, die ſich ebenfalls in der innern Röhre, und zwar in der Ebene der Schwingung ſelbſt, befinden. Sie ſitzen an der Deckplatte dieſer innern Röhre feſt, gehn durch dieſe Röhre herab, ohne ſie zu berühren, und endigen ſich etwas unter der äuſsern Röhre; hier iſt an ihnen ein kurzer meſſingner Cylinder, von dem Durchmeſſer der äuſsern Röhre, befeſtigt, und an dieſem hängt die Linſe in ihrem Mittelpunkte.

In Fig. 3 ſieht man einen Querſchnitt der Pendelſtange nach ihrer wahren Gröſse. Die drei concentriſchen Kreiſe ſollen die beiden Röhren

bezeichnen, und die fünf kleinen Kreise die Lage der fünf Drähte oder Stahlstäbe in ihrem Innern. Diese Anordnung habe ich von Ihrem eleganten Pendel für halbe Secunden, (*Journal, Aug.* 1799,) entlehnt; doch würde mich die Aufgabe, fünf Drähte in einer Röhre beisammen zu stellen, auf dieselbe Idee geleitet haben.

Fig. 4 zeigt den Theil, der das obere Ende der innern Röhre verschliefst. Die beiden kleinern Kreise stellen die Drähte vor, welche von dieser Deckplatte herab hängen; die drei gröfsern Kreise die Löcher, durch welche der mittlere und die beiden andern Drähte hindurch gehn.

Fig. 5 stellt die Bodenplatte der innern Röhre vor, an der die mittelste Stange befestigt ist, und durch welche die 4 andern Stangen frei hindurch gehen.

Fig. 6 ist die Deckplatte der äufsern Röhre. Der grofse Kreis in der Mitte bezeichnet die Stelle, wo die messingne Hülse, welche den mittelsten Draht zu oberst bekleidet, hinein pafst; die beiden kleinen Kreise die beiden Stahlstangen für die dritte Expansion herabwärts.

Fig. 7 ist die Bodenplatte der äufsern Röhre. Fig. 8 stellt das unterste cylindrische Stück von Messing und die Art vor, wie die Linse, (mittelst eines Stiftes, der durch das horizontale Loch durchgesteckt wird,) und die beiden Stahldrähte für die dritte Expansion daran befestigt sind. Auf gleiche Art sind die untern Enden der übrigen Stahlstäbe

mit den Bodenplatten der Röhren, an welchen sie fest sitzen, verbunden. In die Deckplatten, von welchen sie herab hängen, sind sie eingeschränkt. Noch ist zu bemerken, dafs die beiden in Fig. 7 und 8 dargestellten Stücke so zusammen gefügt sind, dafs sie eine kleine Bewegung zulassen; die beiden Drähte jedes Paares werden daher, auch wenn sie nicht vollkommen gleiche Länge haben, doch gleichmäfsig durch das Gewicht der Linse gerade in die Länge gezogen. Der mittelste Stab wird in diesem Apparate von dem Gewichte des Ganzen, das zweite Paar Stahlstäbe von dem Gewichte der Linse, nach der Länge angespannt. Die innere Röhre trägt an ihrer Deckplatte das Gewicht des Ganzen weniger des innern Stabes; die äufsere Röhre das Gewicht der Linse und der beiden letzten Stäbe.

Das erste Tubular-Pendel, welches ich gemacht habe, hatte nur drei Stahlstäbe und eine Messingröhre über der Linse; folglich zwei Expansionen nach unten und eine nach oben. Was eine Ausdehnung von Messing kleiner als zwei Ausdehnungen von Stahl ist, wurde dadurch eingebracht, dafs ich zwei Stahlstangen unterhalb der Linse verlängerte und sie mit einer aufwärts gehenden Messingröhre bekleidete, an deren oberes Ende die Linse befestigt wurde. Diese Einrichtung ist jedoch ungeschickt, da die Pendelstange 13 Zoll unter der Linse herab geht; im übrigen steht sie der hier beschriebnen auf keine Weise nach.

Die Richtigkeit der Grundfätze, nach denen das roſtförmige Pendel gemacht iſt, ſind, ſo viel ich weiſs, nie beſtritten worden, und laſſen ſich auch nicht beſtreiten. Der einzige Umſtand, der verhindert, daſs man es nicht allgemein in den beſten Pendeluhren eingeführt hat, iſt die Schwierigkeit, dem Roſte ſo viel Stärke zu geben, daſs ſich die Stangen, welche die Linſe heben, nicht biegen; denn geſchieht dieſes, ſo entſteht in den Löchern der Querriegel, welche die Stangen verbinden, eine ſo groſse Reibung, daſs er nur ruckweiſe wirkt.

Um dieſem Uebel abzuhelfen, gab ich dem roſtförmigen Pendel die hier beſchriebene Einrichtung, und habe es dadurch, ſo viel ich einſehe, der Vollkommenheit ſo nahe gebracht, als mir das nur je mit einer Sache geglückt iſt. Die Röhren werden auf einer Maſchine nach Art des Drahtes gerade und regelmäſsig gezogen, und ſind ſo ſtark, daſs ſie ſich bei der völligen Freiheit, womit die Bewegung vor ſich geht, wobei jede Unregelmäſsigkeit fortfällt, auf keine Weiſe biegen.

An meinem *Queckſilber-Pendel* habe ich, da es auf richtigen Gründen beruht und ſein Aeuſseres elegant iſt, weiter nichts auszuſetzen, als daſs es ganz unfähig iſt, verſendet zu werden, und daſs ich zu viel wagen würde, wollte ich damit handeln. *) Doch nach allem dem erfordert es die

*) Dieſes Queckſilber-Pendel iſt mit einem einem Thermometer ähnlichen Theile aus Glas verſehn,

Aufrichtigkeit, dafs ich dem Original-Pendel dieſer Art Graham's, *) das man durch einige unverſtändige Kritiken, dafs z. B. ein Theil eher als der andere die Wärme annehmen, dafs das Queckſilber verdunſten würde, u. d. m., viel zu ſchnell bei Seite zu legen, ſich hat verführen laſſen, vor meinem Mercurial-Pendel den Vorzug einräume. Graham verfertigte ohne Zweifel ſein Pendel zu einer Zeit, als weder die Ausdehnbarkeit des Eiſens, noch die des Queckſilbers durch Wärme genau bekannt waren. Einer meiner ſinnreichſten Freunde hat indeſs die verſchiednen Theile dieſes Pendels nach den beſten Verſuchen mit mathematiſcher Genauigkeit berechnet, und es zum zweiten Mahl in die Welt eingeführt; und ſchon jetzt fehlt es nicht an Beweiſen der praktiſchen Vortrefflichkeit deſſelben. Smeaton's Pendel mit einer röhrenförmigen Linſe iſt gut, läſst ſich aber wegen der gläſernen Stange eben ſo wenig als mein Queckſilber-Pendel verſenden, und fällt nicht beſſer als das Graham's ins Auge. Alle drei haben den nicht zu verbeſſernden Fehler, dafs ſie völlig eingerichtet und

der die Compenſation durch Veränderung des Queckſilberſtandes bewirkt. *Gilbert.*

*) Es beſtand aus einer eiſernen Röhre, die bis zu einer gewiſſen Höhe mit Queckſilber gefüllt war; und zwar ungefähr bis auf $\frac{1}{7}$tel ihrer Länge, da Queckſilber ſich 15 Mahl ſtärker als Eiſen durch Wärme ausdehnt. Dieſe Compenſation George Graham's hat nach Nicholſon das Verdienſt, die zuerſt erdachte zu ſeyn. *Gilbert.*

hängend, sich an kein Pyrometer, um geprüft zu werden, anbringen lassen.

Ich bin beschäftigt, ein Pyrometer zu machen, womit sich das Tubular-Pendel, nachdem es ganz vollendet worden, wird prüfen lassen. Ein im Mittelpunkte der Schwingung befindlicher Stift (*pin*) soll auf ein feines Weingeist-Niveau wirken, und dadurch, wenn die Pendellänge sich noch verändert, dieses nach Winkelgröfse zu erkennen geben, und mich dadurch in den Stand setzen, das Pendel völlig zu adjustiren. Denn wie sich ein Pendel aus dem Gange der Uhr soll adjustiren lassen, davon habe ich keine Idee, da dieser zusammen gesetzte Apparat, wie ich fürchte, stets zu viel eigne Fehler hat, um als Criterium des Verdienstes jenes vollkommnern Instruments dienen zu können.

Ich will hier die Länge der verschiednen Theile des Tubular-Pendels in englischen Zollen hinzu fügen, und die Ausdehnungen von Messing und Stahl, nach denen ich sie berechnet habe.

Länge der mittlern Röhre 31",9.

Länge der äufsern Röhre 32",8, wozu noch o",4 hinzu zu fügen sind, als die Länge, um welche in diesem Pendel der Mittelpunkt des Schwunges über dem Mittelpunkte der Linse liegt.

Diese Theile aus Messing betragen also 65",1.

Länge der mittelsten Stahlstange, einschliefslich o",6 für die Länge der Feder, woran das Pendel hängt, 39",3.

Erſtes Paar Stahlſtangen 32″,5.
Zweites Paar 33″,5.
Dieſe Theile aus Stahl betragen alſo 105″,3.

Nach Verſuchen, welche ich im J. 1794 angeſtellt habe, fand ich, daſs mein Meſſing mit 60° Wärme 0,000640 eines Zolles ſich ausdehnt, und mein Stahl 0,000396 6. *) Smeaton fand unter denſelben Umſtänden für Meſſing eine Ausdehnung von 0,0006444, für Stahl von 0,0003833. Der General Roy hat die Ausdehnung des Meſſings zu 0,0006316, des Stahls zu 0,0003816 gefunden.

Man wird die vorſtehenden, nach meinen Verſuchen berechneten Längen, wie ich glaube, ſehr genügend finden. Sind Smeaton's Verſuche die wah-

*) *I found my braſs to expand with* 60° *of head* 0,000640 *on an inch, and my ſteel* 0,000396 6. Aus den Roy'ſchen Angaben ſehe ich, daſs dieſe an ſich gänzlich unverſtändliche Angabe höchſt wahrſcheinlich ſagen ſoll: eine Meſſingſtange von 5 Fuſs Länge habe ſich bei Erwärmung um 60° ſo ſtark ausgedehnt, daſs für jeden Grad fahrenheitiſch eine Ausdehnung von 0,000640 eines Zolles kömmt. Nach den Verſuchen des Generals Roy, (*Philoſ. Transact.*, Vol. 75,) dehnte ſich bei Erwärmung von 32° bis 212° F. eine Länge von 5 Fuſs, um folgende Theile eines Zolles aus: Eine Stange aus engliſchem Tafel-Meſſing (*Plate Braſs*) 0″,113568; eine Stange Stahl 0″,068684; ein Prisma aus Gufseiſen 0″,066563; eine Glasröhre 0″,046569; ein alter ſolider Glasſtab 0″,048472.
*Gilbert.*

wahren, so wird mein Pendel bei zunehmender Wärme zu schnell gehen, und mit der Wärme ungefähr 0″,9 den Tag, mit 60° F. gewinnen. Sind Roy's Bestimmungen die richtigen, so gewinnt es etwas über 1 Secunde unter denselben Umständen. Dieses zeigt, mit welcher Sorgfalt Versuche dieser Art müssen angestellt werden.

Fallen meine pyrometrischen Versuche glücklich aus, so werden sie vielleicht ein Gegenstand einer zweiten Mittheilung; und bis dahin will ich die Gründe versparen, warum ich meinen Expansionen bei der Verfertigung dieses Pendels den Vorzug gebe. Denn dieser Brief ist schon doppelt so lang geworden, als er sollte. *)

*) Umsonst habe ich diesen interessanten und nicht unwichtigen Aufsatz des ersten Mechanicus unter den jetzt in England lebenden, bis hierher, in Erwartung der angekündigten pyrometrischen Versuche verschoben. In Nicholson's Journal sind sie wenigstens in den beiden folgenden Jahren nicht erschienen. *Gilbert.*

# III.

Ueber

# DIE SCHWEFEL-METALLE,

*zwei Streitſchriften*

*zwiſchen*

PROUST und BERTHOLLET.

*Frei bearbeitet und mit einigen Bemerkungen*

*von*

GILBERT.

## 1. Prouſt. *)

„Die Metalle", ſagt Herr Berthollet, (in ſeinem *Eſſai de Statique chimique,*) „können ſich mit „dem Schwefel nach ſehr verſchiednen Verhältniſſen verbinden, und andre Verhältniſſe geben für „dieſe Verbindungen andre Eigenſchaften." Es iſt zu verwundern, daſs Berthollet bei der Allgemeinheit, in der er dieſe Meinung aufſtellt, die Thatſachen, auf welche er ſie ſtützt, dem Leſer nicht zuſammen vor Augen ſtellt. *Silber*, *Platin*, *Kupfer*, *Spieſsglas*, *Arſenik*, **) *Blei*, *Zinn*, *Wismuth* u. a. geben uns nicht ein einziges Beiſpiel eine

*) Nach der vierten der S. 44 genannten Abhandlungen des Prof. Prouſt in Madrit, welche in *Journ. de Phyſ.*, 1804 *Oct.*, gedruckt iſt. *Gilb.*

**) Man vergl. S. 184, Anm. *Gilbert.*

Verbindung mit Schwefel nach einem variabeln Verhältniſſe; bis jetzt iſt das *Eiſen* noch das einzige Metall, das ſich fähig gezeigt hat, ſich mit Schwefel nach zwei Verhältniſſen zu verbinden, und auch dieſe ſind nichts weniger als variabel, ſondern eben ſo feſt und beſtändig als die Verhältniſſe, in denen es ſich oxydirt.

„Ich finde mich hierin im Widerſpruche mit „Prouſt, welcher behauptet, der Schwefel ſey „für das *Eiſen* fixirt durch das unveränderliche „Geſetz der Verhältniſſe zu 60 auf 100.“ Dieſes iſt aber gewiſs, und das Reſultat unverändert, ſo oft man auch die Verbindung hervor zu bringen verſucht.

„Er erkennt jedoch an, daſs die *Schwefelkieſe* „einen veränderlichen Ueberſchuſs an Schwefel, „bis auf 20 Prozent und mehr annehmen können, „u. ſ. w.“ Eine ſolche Veränderlichkeit erkenne ich nicht an. Mit 100 Theilen Eiſen ſind entweder 60 oder 90 Theile *) Schwefel verbunden; erſteres iſt im künſtlichen Schwefel-Eiſen, letzteres in den Schwefelkieſen der Fall. Das Eiſen verhält ſich in ſeiner Sulfuration gerade ſo, wie in der Oxydation; demſelben Princip, welchem die eine dieſer Verbindungen unterworfen iſt, iſt es zuverläſſig auch die andere; und wenn uns daher weder die Natur noch die Kunſt irgendwo Zwiſchenverhältniſſe zwiſchen jenen beiden Verbindungen des

*) Vielmehr 100 Theile, ſ. S. 56, Anm. *Gilb.*

Eisens mit Schwefel zeigt, so müssen wir uns nicht beeifern, eine variable Sulfuration zuzulassen.

„Wenn die Wärme diesen als fremdartig be-
„trachteten Schwefel leichter austreiben kann, so
„sehen wir hierin eine allgemeine Eigenschaft,
„u. s. w.“ Der Schwefel, den die Hitze aus den Schwefelkiesen austreibt, ist nichts fremdartiges, sondern ein nothwendiger Bestandtheil dieser Verbindung, welche in einer hohen Temperatur in eine andere Verbindung verwandelt wird, die diese Temperatur zu ertragen vermag. Sollte ich mich jenes Ausdrucks bedient haben, so war er unrichtig.

„Dieser Chemiker nimmt an, das *Schwarz-*
„*kupfer* sey Schwefel-Kupfer in Kupfer zergangen
„oder aufgelöst (*disfout*). Diese Auflösung zeige
„wirklich auf einander folgende Verhältnisse von
„Schwefel und Kupfer, u. s. w.“ Diese Art Berthollet's, sich auszudrucken, setzt mich in Verwunderung; sie ist geeignet, Dunkelheit über Unterscheidungen zu verbreiten, die doch sehr hell sind. Schmelzt man in einem Tiegel Kupfer mit Schwefel zusammen, so erhält man Schwefelkupfer, (mit 28 Th. Schwefel auf 100 Th. Kupfer,) und Kupfer, worin variable Mengen dieses Schwefel-Kupfers zergangen oder aufgelöst sind; der Antheil desselben läfst sich unzersetzt vom Kupfer trennen. Ist das also wohl eine einfache Auflösung von Schwefel in Kupfer? Das wird niemand glauben.

„Er behauptet, dafs sich mit dem *Spiefsglas*

„eine durch die Natur auf eine unveränderliche „Art fixirte Menge von Schwefel verbindet, die „der Menſch weder vermehren noch vermindern „kann; und zwar 25 Prozent des Ganzen.“ Nicht ich bin es, ſondern es iſt die Natur, oder wie man die Kraft ſonſt nennen will, welche jeden Chemiker verwehrt, die Verbindung nach andern Verhältniſſen zu bewirken. Das iſt kein Geſetz von mir erdacht; ich habe hier blofs berichtigt und die weiſe Vorſchrift befolgt, welche Berthollet ſelbſt in ſeinem tiefſinnigen Werke giebt: „Wenn „eine Subſtanz ſich mit einer andern verbindet, ſo „muſs man das Verhältniſs beſtimmen, die Eigen„ſchaften aufſuchen, u. ſ. w.“ Dieſes iſt in der That das beſtändige Beſtreben der Chemiker, ſeitdem ſie eingeſehen haben, daſs Beſtimmungen dieſer Art die Hauptgrundlage zur Geſchichte der Verbindungen und zur Wiſſenſchaft der Analyſe ſind. Niemand wird daran zweifeln, daſs die Natur ihre Verbindungen (*combinaiſons*) dem Zufall der veränderlichen Verhältniſſe habe überlaſſen können, welchen Berthollet zur Grundlage ſeines Syſtems erwählt hat; deshalb iſt es aber nicht weniger wahr, daſs die neuen Thatſachen, durch die wir täglich die Kenntniſs der Schwefel-Verbindungen mehr aufhellen, nicht von der Art ſind, für ihn zu ſprechen.

„Inzwiſchen hat Prouſt Schwefel-Spieſsglas „gefunden, das einen Ueberſchuſs an Schwefel ent„hielt; auch findet man Schwefel-Kupfer, Schwe-

„fel-Blei u. a., die mit einem ähnlichen Ueber-„ſchuſſe an Schwefel vermengt oder getränkt ſind.“ Läſst ſich dieſer Ueberſchuſs an Schwefel fortbringen, ohne daſs die Phyſiognomie der Verbindung geändert, ohne daſs ihr irgend einer ihrer unterſcheidenden Charaktere oder Eigenſchaften entzogen wird, ſo iſt ihr dieſer Schwefel gewiſs fremdartig. Und ſehn wir nicht täglich Thon, Alaun, Alabaſter, Gyps, u. d. m., denen Schwefel auf dieſe Art eingemengt iſt?

„Er hat *Spieſsglasoxyd* mit Schwefel nach ver-„ſchiedenen Verhältniſſen vereinigt, und Miſchun-„gen erhalten, worin auf das Oxyd 1, 2, 3 ... Por-„tionen *Schwefel-Spieſsglas* kamen; hat er alſo „nicht hier variable Verbindungen (*combinaiſons*) „erzeugt?“ Hierauf antworte ich, daſs begonnene Auflöſungen (*diſſolutions*), welche die Gränze der möglichen Sättigung nicht erreicht haben, aus einem andern Geſichtspunkte zu betrachten ſind, als vollendete Verbindungen (*combinaiſons*). *)

*) Herr Prouſt, der ſich durch dieſen lehrreichen Streit mit Berthollet gezwungen ſieht, den Unterſchied zwiſchen den beiden Arten chemiſcher Vereinigungen genauer zu verdeutlichen, auf welche ſeine Unterſuchungen der Schwefel-Metalle und ihrer Zuſammenſetzungen ihn geführt hatten, fängt hier an, ſie durch die Benennungen; *diſſolutions* und *combinaiſons*, von einander zu unterſcheiden. Nach allem, was er hier und weiterhin darüber ſagt, ohne ſich doch in beſtimmte Erklärungen und in Definitionen einzu-

Um meine Meinung deutlich zu machen, habe ich jene Auflösungen so bezeichnet, wie ich das Zer-

lassen, scheint er mir diesen Unterschied in folgendes zu setzen: Zwei Grundstoffe, die sich mit einander vereinigen, thun das nur nach festen und unveränderlichen Verhältnissen. Die meisten nur nach einem einzigen, (so fast alle Metalle mit dem Schwefel); — einige nach zwei, (so manche Metalle mit dem Sauerstoff); — nur sehr wenige nach drei verschiednen festen Verhältnissen. Solche Vereinigungen nennt Herr Proust *combinaisons*, und sagt von ihnen, dass sie dem Gesetze der festen Verhältnisse unterworfen sind. Solche Verbindungen $ab$, $cd$ vermögen sich dagegen unter einander, oder mit einem andern Grundstoffe $m$ auf eine von der vorigen wesentlich verschiedne Art chemisch zu vereinigen; nämlich so, dass die Grundstoffe der Verbindungen auch in dieser Vereinigung: $\overline{ab, cd}$, oder $\overline{ab, m}$, nur an einander gebunden sind, und nicht an die übrigen Grundstoffe; dass es also eine Vereinigung $ab, m$, nicht $abm$ ist, wo alle drei, oder $ab, cd$, nicht $abcd$, wo alle vier gleichmäfsig an einander gebunden seyn würden. Beispiele davon sind nach Hrn. Proust das Schwarzkupfer, das Spiefsglas-Glas und das Rothgiltigerz, als Auflösungen von Schwefel-Kupfer in Kupfer, von Schwefel-Spiefsglas in Spiefsglasoxyd, von Schwefel-Silber in Schwefel-Spiefsglas. Diese Vereinigungen gehorchen nach ihm nicht dem Gesetze fester Verhältnisse, sondern können nach allen beliebigen Verhältnissen gemischt werden. Er nennt sie *disfolutions*. Für diese Namen weifs ich keine schicklichere Verdeutschung, als: für *disfolution* ein *Zergehen*,

gehen des Zuckers im Waſſer bezeichnen würde. Es iſt Waſſer mit 1, 2, 3 Portionen Zucker. *) Ich ſehe nicht, wie man ſich deutlichere Begriffe von den Auflöſungen des Schwefel-Spieſsglaſes in das Spieſsglasoxyd machen kann. Alle Chemiker hatten bisher geglaubt, die Gläſer, Lebern, Safrane des Spieſsglaſes z. B. wären Schwefel-Spieſsglasoxyde. Der Zweck meiner Arbeit über das Spieſsglas war, zu zeigen, daſs ſie ſich hierin irrten, und daſs man die bloſs auf Treu und Glauben angenommenen Schwefel-Spieſsglasoxyde aufgeben, und ſtatt ihrer eine zwar neue, aber wohl erwieſene Art von Vereinigung annehmen müſſe. Dieſe widerſtreitet zwar den Ideen Berthollet's, und er ſucht jene Vereinigungen für einfache Schwe-

eine *Zergehung*, oder, wo es keine Zweideutigkeit veranlaſst, *Auflöſung* (im engern Sinne), auch wohl *Zuſammenhäufung* oder *Zuſammenſetzung*. Für *combinaiſon* weiſs ich kein anderes Wort als *Verbindung* (im engern Sinne), wünſchte aber, daſs dafür ein zweckmäſsigeres aufgefunden würde, da man mit Verbindung alle Arten von chemiſcher Vereinigung zu bezeichnen gewohnt iſt. Indeſs werde ich in dieſem und dem folgenden Aufſatze dieſer Wortbeſtimmung getreu bleiben, und für das Allgemeine beider das Wort: Vereinigung, gebrauchen. *Gilbert.*

*) Herr Prouſt bezeichnet das auf eine nicht recht ſchickliche Art folgender Maſsen: „es iſt: *Waſſer* + 1 + 2 + 3 *Zucker*, wofür ich hier und S. 194 eine paſſendere Bezeichnung geſetzt habe. *Gilbert.*

fel-Spiefsglasoxyde geltend zu machen. Aber es ift nicht minder gewifs, dafs fie gerade fo vorhanden find, wie ich es angegeben habe; und dafs diefe Anficht der Lehre von den Schwefel-Spiefsglasoxyden, deren Exiftenz jetzt hinlänglich widerlegt ift, den Vortheil voraus hat, uns in den Stand zu fetzen, die tauſend und ein Spiefsglanz-Probleme zu löfen, deren lächerliche Nomenclatur eine Verwirrung in unfern Ideen erhielt, und die Gefchichte des Spiefsglafes in tiefes Dunkel hüllte.

Berthollet fügt hinzu, indem er meine Worte wiederhohlt: „Ich fehe nicht ab, wie die„fes die Spiefsglasoxyde gegen die Vermuthung „fchützt, dafs fie fich mit dem Schwefel nach jedem „Verhältniffe zu vereinigen vermögen, ohne die „unveränderlichen Gefetze der Proportion zu be„rückfichtigen. Doch Hr. Prouft ift gezwungen, „für die Verhältniffe, wonach Schwefel-Spiefsglas „fich mit Spiefsglasoxyden vereinigt, zuzugeben, „dafs fie nicht unveränderlich find, und in Hin„ficht ihrer fein Apophthegma zu befchränken.“ Hierauf mufs ich zweierlei antworten. *Ein Mahl* verändert Berthollet den Streitpunkt, wenn er, ftatt von Vereinigung des Schwefels mit dem Spiefsglasoxyde zu fprechen, von der des Schwefel-Spiefsglafes mit ihnen handelt; von dem einen läfst fich auf das andre nicht mit mehr Recht, als von den Auflöfungen der Schwefelfäure auf die des Schwefels in einer Flüffigkeit fchliefsen. *Zweitens* fchützt nicht blofs die Auflöslichkeit eines Schwe-

fel-Metalles in das Metalloxyd, das letztere gegen die Vermuthung, sich mit dem Schwefel nach allen Verhältnissen vereinigen zu können, (welches bei uns andern alten Schülern der Macquer's und Rouelle's keine Vermuthung, sondern eine schwer auszurottende irrige Ueberzeugung war,) sondern schützt auch das Metall gegen die Vermuthung, sich mit dem Schwefel nach allen Verhältnissen zu verbinden, worüber im Hellen zu seyn nicht weniger wichtig ist, da das Spiefsglas als Metall in dem Spiefsglas-Safran und dem Spiefsglas-Rubin vorhanden ist.

Ich ersuche Berthollet, sich für einen Augenblick an die Stelle des Urhebers der Lehre zu versetzen, die er bestreitet, und frage ihn: was würde er von einem Chemiker denken, der, um die entgegen gesetzte Hypothese zu vertheidigen, alle Betrachtungen auf die Seite schöbe, auf welche die Natur des Metalles führt, aus der wir Aufschluss über die Spiefsglas-Lebern u. f. zu schöpfen haben, und nur ausschliefslich aus dem Schwefel argumentirte? Warum, würde er ihn fragen, schweigst du ganz von dem Metalle, welches neben dem Schwefel liegt, und aus dem sich alles Schwierige bei den Auflösungen des Schwefels in das Oxyd heben läfst? — Auch ich bitte daher Berthollet, nicht aus den Augen zu lassen, dass, wenn in den Crocussen Schwefel nach allen Verhältnissen vorkömmt, sich ebenfalls, um ihn zu sättigen, darin Metall nach allen Dosen findet. Dieses hat

mich gezwungen, von den Schwefel-Spiefsglasoxyden, wenn es deren giebt, die Spiefsglasoxyde, in welchen Schwefel-Spiefsglas zergangen oder aufgelöft ift, zu trennen, und letztere hinführo an die Stelle der erften in das Syftem der Chemie zu fetzen.

Keinesweges wird durch die Natur diefer Zufammenfetzungen mein Apophthegma befchränkt, und liegen in ihnen Gründe gegen das Gefetz der Verhältniffe. Dann müfste es entfchieden feyn, dafs Spiefsglasoxyd im Auflöfen von Schwefel keine Gränze der Sättigung erreichen, und keine conftante Phyfiognomie, keine feften Charaktere erhalten könne, wie dies bei allen Verbindungen (*combinaifons*) der Fall ift, die unter das Gefetz der Verhältniffe fallen. Hätte es mit dem Auflöfungsvermögen eines Oxydes diefelbe Bewandtnifs als mit dem einer Säure, die flüffig bleibt, fo würde nichts leichter gewefen feyn, als jene Frage aufzulöfen, und ich würde mich damit nicht abgegeben haben. Wenn ein Spiefsglasoxyd, dem wir etwas Schwefel-Spiefsglas zugefetzt haben, die Farbe und die Durchfichtigkeit, welche wir wünfchen, angenommen hat, fo bleiben wir gewöhnlich dabei ftehen, ohne auf Maafs und Gewicht Rückficht zu nehmen; es ift *Spiefsglas-Glas*, und das verlangten wir. Eine neue Dofis Schwefel-Spiefsglas verwandelt es in *Crocus;* eine noch gröfsere in *Spiefsglasleber*, und fo ferner. Die alten Chemiker, unbekannt mit der Theorie, welche ihren Nachkommen vorbehalten war, glaub-

ten ehrlich die Auflöfung des Schwefel-Spiefsglafes im Spiefsglasoxyde nach Brüchen zu theilen, und, fo zu fagen, jeden folchen Bruch einzeln aus dem Tiegel zu hohlen, um die Medicinfchränke mit ihren Lebern, Magifterien, Rubinen und Diaforeticis, von Bafilius Valentinus an bis auf Lémeri, zu füllen; das ift, wenn ich nicht irre, die wahre Gefchichte des Spiefsglafes.

Man fetze zu 1 Pfund Kali 1 Unze Arfenik; es ift dadurch nicht gefättigt. Man füge noch eine zweite, noch eine dritte hinzu; es ift es noch nicht. So fahre man fort. So lange man noch den Sättigungspunkt fucht, erinnere ich: Euer arfenikhaltiges Kali ift bis jetzt nur Kali mit 1, 2, 3 Portionen Arfenik; aber deshalb, dafs wir noch nicht Zeit gehabt haben, zu verificiren, ob diefe Verbindung, wie es fich kaum bezweifeln läfst, dem Gefetz der Verhältniffe gehorcht, ausrufen zu wollen: Seht, die Refultate find fo variabel, dafs fie Euer Gefetz der Verhältniffe über den Haufen werfen, und Euer Apophthegma als eine Täufchung zeigen, — würde in der That fehr übereilt feyn. Berthollet ift überdies zu gerecht, um nicht zuzugeben, dafs die Zahlenreihe, durch welche ich die Auflöfungen des Schwefel-Spiefsglafes in Spiefsglasoxyd darzuftellen gefucht habe, mit dem nicht im geringften zufammen hängt, was ich bisher Verhältnifs in den Verbindungen (*proportion dans les combinaifons*) genannt habe.

## 2. Berthollet. *)

Als ich den Chemikern die allgemeinen Betrachtungen über die Urſachen der chemiſchen Erſcheinungen, welche in meinem *Eſſai de Statique chimique* vereinigt ſind, vorlegte, erwartete ich, und ich habe das an mehr als Einer Stelle bemerkt, daſs mehrere dieſer Betrachtungen durch Beobachtungen andrer Chemiker und durch meine eignen modificirt werden würden. Bei dieſer Ueberzeugung konnte ich nichts mehr wünſchen, als meinen Verſuch der Kritik eines Chemikers unterworfen zu ſehen, der bei ſeinem groſsen Scharfſinn und ſeinen vielen chemiſchen Arbeiten ſo geſchickt war, mich zu belehren. Wenn auch die Bemerkungen, welche er mir entgegen ſtellt, mich bis jetzt nicht beſtimmen, meine Meinungen zu ändern, ſo halte ich doch viele derſelben für Bereicherungen der Wiſſenſchaft, von denen ich ſelbſt Nutzen zu ziehen hoffe. Seine Bemerkungen betreffen fünf verſchiedene Gegenſtände: die Schwefel-Alkalien, die Schwefel-Metalle, die Oxydation, die Metallauflöſungen und die Hydrate. **) Ich werde in dieſer erſten Antwort bloſs von den Schwefel-Alkalien handeln. — — — Bevor ich den Streit, in den ich mit Prouſt gera-

*) Zuſammen gezogen aus dem *Journ. de Phyſ.*, 1805, Apr., p. 284, Mai, p. 347. *Gilb.*

**) Es verſteht ſich, daſs ich hier nur die über den zweiten Gegenſtand mitgetheilt habe. *Gilb.*

then bin, verfolge, wird es nöthig seyn, den Streitpunkt und unsre verschiedene Meinung genauer zu bestimmen. *)

Ich habe beweisen wollen, dass die Beobachtung der chemischen Erscheinungen auf das allgemeine Princip führt, dass eine Substanz mit einer andern, auf welche sie durch wechselseitige Verwandtschaft wirkt, *sich nach jedem Verhältniss* zu verbinden vermag, dass aber die Wirkung ihrer Verwandtschaft, und folglich die Kraft, womit sie das andre Element der Verbindung fest hält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieses Elementes zunimmt.

Daraus habe ich aber nicht geschlossen, dass es *keine* Verbindungen nach constanten Verhältnissen gebe; sondern ich habe nur behauptet: *erstens*, dass die Zahl dieser constanten Verbindungen sehr viel kleiner sey, als man glaube, und dieses habe ich an mehrern Beispielen gezeigt; *zweitens*, dass, wenn die Verhältnisse constant sind, der Grund davon zu suchen sey in der Kraft der Cohäsion, wie sie in den auf einander einwirkenden Substanzen war, oder durch die Condensation derselben geworden ist, und in dem Widerstande, der aus der Elasticität entspringt, welche den Elementen der Verbindung eigen ist; zweien Kräften, welche der gegenseitigen Ver-

*) Und nur dieses ist es, was ich hier aus der ersten Antwort heraus hebe. *Gilb.*

wandtſchaft entgegen ſtreben, und die Wirkungen derſelben beſchränken, und die in ihrer Stärke mit der Temperatur variiren.

Ich habe in dieſer Hinſicht alle Verbindungen unterſucht, von den ſchwächſten an, die man für ein bloſses *Zergehen* (*une ſimple diſſolution*) hält, bis zu den energiſchſten, denen man den Namen: *Verbindung* (*combinaiſon*), allein vorbehalten will, obſchon beide gleichmäſsig Reſultate von Verwandtſchaft ſind, die denſelben Geſetzen gehorcht, und obgleich man zwiſchen beiden keine Gränzlinie anzugeben weiſs.

H. Prouſt nimmt an, es gebe in den Verbindungen (*combinaiſons*) conſtante Verhältniſſe, und ſie variirten nur vom *Minimum* zum *Maximum;* zwiſchen beiden gebe es keine Mittelzuſtände, ſo daſs, wenn eine Verbindung im *Maximum* durch irgend einen Umſtand zerſetzt werde, ſie mit einem Sprunge auf das *Minimum* komme, und von dieſem zur gänzlichen Trennung.

Man muſs allerdings zugeben, wie ich es gethan habe, daſs es gewöhnlich einen Anfang giebt, bei dem die Verwandtſchaft die ihr entgegen ſtehenden Hinderniſſe zu überwältigen vermag, und eben ſo eine Gränze, bei der ſie aufhört die Verbindung hervor zu bringen, ſo daſs unter gegebenen Umſtänden ein *Maximum* und ein *Minimum* Statt findet; aber ſollten Verbindungen *nach zwiſchenliegenden Verhältniſſen* unmöglich ſeyn?

Bevor wir hierüber die Thatſachen zu Rathe

ziehen, muſs ich noch bemerken, daſs ich von H. Prouſt den Unterſchied, welchen er zwiſchen *Zergehen* (*diſſolution*) und *Verbindung* (*combinaiſon*) macht, genauer erklärt zu ſehen gewünſcht hätte. Denn bleibt in dieſer Unterſcheidung etwas Schwankendes, ſo wird er ſehr leicht auf die Beobachtungen geworfen. Hätte ich z. B. bewieſen, daſs es Zwiſchenverhältniſſe zwiſchen dem *Maximum* und dem *Minimum* giebt, ſo würde man damit antworten, daſs man das Minimum in das Maximum, oder das Maximum in das Minimum zergehen lieſse, je nachdem man es bequemer fände. — — Ein Mahl behauptet H. Prouſt, es gebe zwei Gränzen der Sättigung, ein *Maximum* und ein *Minimum*, um die verſchiedenen Verhältniſſe zu erklären, die man in den *Verbindungen* wahrnimmt; dann will er wieder, daſs eine *Verbindung* ſich unmittelbar ergänze, und nur in dieſem conſtanten Zuſtande *zergehe;* wie z. B. wenn man in eine Kalilauge etwas Salpeterſäure tröpfelt, dieſe ſich nicht mit der ganzen Maſſe verbinde, ſondern nur mit ſo viel, als zu der vollſtändigen Verbindung, [Salpeter,] gehört, dem Verhältniſſe gemäſs, das die Verwandtſchaften mit ſich bringen. Ich glaube mich nicht zu irren, daſs dieſe beiden Sätze einander widerſprechen. Noch mehr: es giebt in der Natur eine dritte Art chemiſcher Vereinigung, nämlich die, wo gegen die eine Subſtanz 1, 2, 3... Portionen der andern kommen, und H. Prouſt

ſagt

ſagt nicht, durch welche Charaktere dieſe *Zergehung* ſich von der *Verbindung* unterſcheide, oder vielmehr, er giebt zwiſchen ihnen nur eine Verſchiedenheit des Ausſehns (*de phyſiognomie*) an. So iſt das Spieſsglas-Glas nach ihm eine *Zergehung* des Schwefel-Spieſsglaſes in das Spieſsglasoxyd: denn erſteres verbindet ſich mit lezterm nach jedem Verhältniſs, während das Verhältniſs der Beſtandtheile im Schwefel-Spieſsglaſe unveränderlich iſt. Das Spieſsglas-Glas ſcheint mir aber eine eben ſo beſtimmte Phyſiognomie als viele von den Subſtanzen zu haben, welche H. Prouſt unter die *Combinaiſons* verſetzt.

Herr Prouſt ſagt: „Man muſs ſich verwundern, daſs Berthollet es unterlaſſen hat, „die Thatſachen zuſammen zu ſtellen, auf die ſeine Meinung ſich gründet. Die Metalle zeigen „uns nicht ein einziges Beiſpiel einer Vereinigung „mit Schwefel nach variabeln Verhältniſſen. Bis „jetzt iſt das Eiſen noch immer das Einzige, das „ſich fähig gezeigt hat, ſich nach zwei Verhältniſſen mit Schwefel zu verbinden, die indeſs keinesweges veränderlich, ſondern eben ſo conſtant „ſind, als die Verhältniſſe ſeiner Oxydation."

Im Gegentheil muſs ich mich verwundern, wie Hr. Prouſt hier vergeſſen konnte, was ſo viele chemiſche Analyſen auſser Zweifel geſetzt zu haben ſcheinen. Ich will mich hier auf einige Beiſpiele beſchränken, und ſie von den Chemikern entlehnen, welche in dieſen Theil der Wiſſenſchaft die

gröfste Genauigkeit gebracht haben. Obgleich die Zahlwerthe, welche sie angeben, nicht in allen Strenge gelten, so zweifelt doch kein Chemiker, dafs die Ungewifsheit in denselben in sehr enge Gränzen eingeschränkt ist, besonders bei Körpern, die nicht sehr zusammen gesetzt sind.

Wir haben von Vauquelin die Analyse mehrerer Arten *Schwefel-Blei*; ihr Antheil an Schwefel variirt von 0,12 bis 0,22, (*Journ. des mines*, No. 11.) *)

Im zweiten Bande von Klaproth's *Beiträgen* findet man die Analysen mehrerer Arten *Schwefel-Kupfer*; darnach variirte in ihnen, sieht man blofs auf das Verhältnifs zwischen Schwefel und Kupfer, der Schwefel zwischen 0,19 und 0,25; und noch weit mehr, wenn man annimmt, dafs das ihnen beigemengte Eisen mit Schwefel gesättigt gewesen sey. **) — — Eine Analyse

*) Hierauf antwortet Hr. Proust im folgenden Aufsatze. *Gilb.*

**) Herr Klaproth giebt folgende Resultate seiner Analyse:

| Auf 100 Theile | | Kupf. | Eis. | Schw. | Ver. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kupferglaserz, sibir. | | 78½ | 2¼ | 18½ | — |
| Buntkupfer-Erz, | norw. | 69½ | 7½ | 19 | 4 |
| | schles. | 58 | 18 | 19 | 5 |

Da sich beim Kupferglaserz kein Verlust, (¾ Th. setzt er als Kieselerde an,) beim Buntkupferer aber 4 bis 5 Th. Verlust fanden, und die bunten Farben des letzten Erzes einem Oxydiren zu

von *Kupferglaserz*, welche Chenevix in den *Philoſ. Transact.* 1801 giebt, und gegen die, ſo viel ich einſehe, ſich gar nichts einwenden läſst, giebt als Beſtandtheile deſſelben in 100 Theilen, 12 Th. Schwefel, 84 Th. Kupfer und 4 Th. Eiſen, die ohne Zweifel Antheil an dem Schwefel haben. In den *Philoſ. Transact.* 1804 führt der Graf von Bournon eine Analyſe deſſelben Chemikers ei-

zuſchreiben ſind, glaubt H. Klaproth die 4 und 5 Th. Verluſt als Sauerſtoff anſetzen zu dürfen. Nun aber verbinden ſich 100 Theile Eiſen im *Maximo* mit 48, im *Minimo* mit 28 Th. Sauerſtoff; war alſo das Eiſen im norwegiſchen Buntkupfererze im Maximo oxydirt, ſo enthielt es 3,5 Th. Sauerſtoff; und auf die 5 Theile Sauerſtoff im ſchleſiſchen Erze wären bei einer Oxydirung im Maximo 10,3, bei einer im Minimo 18 Theile Eiſen zu rechnen. Enthält ferner das Schwefel-Kupfer auf 100 Th. Kupfer 28 Th. Schwefel, ſo würde das Kupfer allein in den drei Erzen 22; 19⅔; 16¼ Th. Schwefel erfordert haben, um damit geſättigt zu ſeyn. Wegen des erſten dieſer Erze ſehe man die Anm. S. 165; das zweite entſpricht, wie man ſieht, den Behauptungen des Hrn. Prouſt, unter der Vorausſetzung vollkommen, dafs darin das Schwefel-Kupfer mit Eiſenoxyd im Maximo vermengt war; (vergl. S. 164.) Grade ſo das dritte dieſer Erze, wenn man annimmt, dafs es aus Schwefel-Kupfer, (58 K., 16 Schw.,) aus Schwefel-Eiſen im Maximo, (3 E, 3 Schw.,) und aus einer Mengung von Eiſenoxyd im Maximo und im Minimo, (15 E., 5 S. St.,) beſtanden habe. *Gilb.*

nes sehr reinen *Schwefel-Kupfers* aus Cornwallis an; es enthält 0,81 Kupfer und 0,19 Schwefel. Da dieses Erz vollkommen gut kryſtallisirt war, ſo würde es höchſt willkührlich ſeyn, einen Theil dieſes Schwefels für fremdartig anzuſehen. *)

Was das *Schwefel-Eiſen* betrifft, ſo berufe ich mich auf Prouſt's eigne Beobachtungen. Er nimmt eine Verbindung im *Maximum* und im *Mi-*

*) Dieſe Analyſe des Hrn. Chenevix habe ich nicht vor Augen, dagegen eine andere aus demſelben Bande der *Philoſ. Transact.*, welche Hrn. Prouſt's Anſichten ſehr gut zu beſtätigen ſcheint: nämlich die Analyſe eines ſehr ſeltnen grauen Erzes aus einer eingegangenen Grube in Cornwall von Hrn. Hatchett, die deſto mehr Zutrauen verdient, da H. Hatchett ſie zwei Mahl mit gleichem Erfolg angeſtellt hat. Das Erz war vollkommen kryſtallisirt, galt für ein Spieſsglaserz, und gab Hrn. Hatchett aus 100 Theilen folgendes:

| | |
|---|---|
| Schwefel | 17 |
| Spieſsglasoxyd im Maximo | 31,5 |
| Schwarzes Kupferoxyd | 16 |
| Schwefelſaures Blei | 60,1 |
| Schwarzes Eiſenoxyd | 1,2 |
| | 125,8 |

Die Summe beweiſt, daſs hier Vieles Produkt der Analyſe war. Enthielt das Erz alle Metalle reguliniſch, ſo muſste es, (da nach Prouſt 100 Theile Metall enthalten ſind in 130 Th. Spieſsglasoxyd durch Salpeterſäure erhalten, in 125 Th. ſchwarzen Kupferoxyds, und in 141 Th. ſchwefelſauren Bleies,) aus folgenden Beſtandtheilen in 100 Theilen beſtehen:

*nimum* mit Schwefel an, und doch giebt er zu, „dafs die Schwefelkiefe in ihrem Ueberfchufs an „Schwefel unftreitig fehr variiren, da einige nach „Henkel 25, andre 28 bis 32 Procent Schwe„fel enthalten;“ *) und bemerkt, es fey feine Ab-

| | |
|---|---|
| Schwefel | 17 Th. |
| Spiefsglas | 24¼ — |
| Kupfer | 12⅘ — |
| Blei | 42⅗ — |
| Eifen | 1⅕ — |
| | 97⁶ |

welches in der Summe vortrefflich ftimmt, da etwas Spiefsglasoxyd, auch etwas fchwefelfaures Blei an den Filtris und an den Gefäfsen unvermeidlich kleben bleibt. Aber auch in der Menge des Schwefels ftimmt diefe Analyfe mit H. Proufts Anfichten überein. Denn wenn 100 Th. Spiefsglas fich ftets mit 35, 100 Th. Kupfer aber mit 28 Th. Schwefel verbinden, fo kommen auf diefe beiden Metalle in diefem Erze 8,5 und 3,5 Th. Schwefel, bleiben alfo für die 42¾ Theile Blei 5 Theile Schwefel übrig. Folglich würde Schwefelkies auf 100 Th. Blei 11,73 Th. Schwefel enthalten, welches der Wahrheit nicht entgegen zu feyn fcheint. — Ganz diefer Mifchung entfpricht die des grauen Kupfererzes von Clausthal, welchem Hr. Klaproth den Namen: *Spiefsglanz-Bleierz*, (f. S. 172, Anm.,) gegeben hat. Diefes enthält nach ihm in 100 Theilen

| | |
|---|---|
| 18 Th. | Schwefel |
| 19¾ — | Spiefsglas |
| 11¾ — | Kupfer |
| 42½ — | Blei |
| 5 — | Eifen |
| 3 — | Verluft |

Hier kommen auf das Spiefsglas 7 Th. und auf das Kupfer 3¾ Th. Schwefel; bleiben alfo noch 7¼ Th. für das Blei; das Eifen war wahrfcheinlich oxydirt.

*Gilb.*

*) Man vergl. S. 47, Anm. *Gilb.*

ficht nicht, zu behaupten, dafs alle Schwefelkiefs einander ähnlich sind; „die z. B., welche die „Eigenschaft haben, sich zu vitriolisiren, kämen „vielleicht dem Schwefel-Eisen ohne Ueberschufs „am nächsten. — Der destillirte Bolus verkün„det uns seinen Ursprung in dem Ueberrest an „Schwefel, den er enthält." *) Es scheint mir nach diesen Bemerkungen, dafs der Schwefelkies eine Verbindung ist, die im Verhältnifs des Schwefels eine grofse Verschiedenheit zeigt, und deren Schwefel sich nur in der Idee in zwei Antheile sondern läfst.

Nach Proust „müssen wir Verzicht leisten „auf die Schwefel-Metalloxyde, die wir blofs auf „Treu und Glauben annehmen, und deren Nicht„existenz jetzt dargethan ist." Indefs giebt Klaproth als Bestandtheile des *faserigen Rothspiefsglaserzes* in 100 Theilen, 67,5 Th. Spiefsglas, 10,8 Sauerstoff, 19,7 Schwefel, (*Beitr.*, B. 3, S. 182,) **) und im *Buntkupfererze* in einer Art 4, in einer zweiten 5 Theile Sauerstoff an, und

*) Vergl. S. 49. *Gilb.*

**) Herr Klaproth erhielt, als er *faseriges Rothspiefsglaserz* von Bräunsdorf in einer Retorte roth glühte, in dem damit verbundnen Quecksilberapparat keine Spur von Schwefel-Wasserstoffgas, und läugnet daher mit vollem Rechte die Gegenwart von Schwefel-Wasserstoff in diesem Erze. Dagegen hatte sich die ganze innere Fläche der Retorte und ein Theil des Halses

Vauquelin's Analyse des Rothgiltigerzes, nach der dieses Erz eine Verbindung von Spiefs-

mit hyacinthrothem durchsichtigen Glase wie mit einer Glasur umzogen, und der Rückstand in der Retorte war gröfsten Theils geflossen und in ein feinstrahliges Grau-Spiefsglaserz umgeändert. Bei Behandlung mit Salpetersäure und polirtem Eisen erhielt Hr. Klaproth aus 100 Theilen des Erzes 67½ Th. metallischen Spiefsglases. Weiter liefs sich kein Bestandtheil als Spiefsglas und Schwefel auffinden. Dieses sind die Data der Analyse; alles übrige ist geschlossen; und jetzt würde wahrscheinlich H. Klaproth selbst auf jene Data andre Schlüsse bauen. Die aufgefundnen 67½ Th. Spiefsglas können nicht mehr als 23,6 Th. Schwefel, oder statt dessen höchstens nur 20,25 Th. Sauerstoff gebunden haben. Also wäre bei dieser Analyse 9 bis 12 Th. Verlust. War vielleicht nicht alles Spiefsglas durch das Eisen aus der Auflösung abgeschieden worden? oder enthält etwa dies Erz einen Antheil Arsenik, als Realgar, und erhält von ihm die Farbe? Darauf scheint die Hyacinthfarbe des Glases zu deuten, welches H. Klaproth erhielt. Denn das Spiefsglas-Glas ist nach Proust ruhinroth; beim Schmelzen in der Retorte konnte dagegen der Realgar sich mehrern Schwefels bemächtigt, (s. S. 181,) und dadurch in Operment verwandelt haben, welches in diesem Falle als ein hyacinthfarbiges Glas erscheint, (s. S. 184.) Hat H. Klaproth die Auflösung nicht ausdrücklich auf Arsenikfäure geprüft, so war es sehr möglich, dafs diese ihm verborgen blieb; endlich würde eine so grofse

glasoxyd, Silberoxyd und Schwefel ist, wird von Thenard im *Journ. de Phys.* 1800 bestätigt. *)

Menge von Schwefel-Spiefsglas, als in der Retorte geblieben ist, mit wenig Spiefsglasoxyd kein durchsichtiges Glas gegeben haben. Möchte H. Klaproth uns belehren, ob diese Vermuthungen gegründet sind! *Gilb.*

*) Irre ich mich nicht, so ist der Beweis, den Hr. Proust gegen Vauquelin führt, dafs die Metalle im Rothgiltigerze reguliniſch, und nicht als Oxyde vorhanden sind, genügend. *Gilb.*

# IV.

## UNTERSUCHUNGEN
## *über die Schwefel-Metalle,*

von

L. Proust,
Prof. der Chemie zu Madrit.

*Frei bearbeitet von* Gilbert. *)

### *Die zusammen gesetzten Schwefel-Metalle; besonders die Kobalt- und Nickel-Erze.* **)

Die Mineralogie des Kobalts ist noch immer, gleich der so vieler andrer Metalle, über welche die Chemie kein Licht bis jetzt verbreitet hat, in eine Dunkelheit gehüllt, die muthlos machen könnte. Was ist z. B. der *Glanzkobalt*, was der *weisse* und der *graue Speiskobalt?* Sind sie blosse Verbindungen von Arsenik und Kobalt, oder enthalten sie noch andre Metalle? Giebt es Arsenik-Kobalt, der weder weiss noch grau ist? und giebt es keinen Glanz- und Speiskobalt ohne Arsenik? Born redet von einem Schwefel-Ko-

*) Fortsetzung zu S. 205.

**) Zusammen gezogen aus der siebenten der S. 44 erwähnten Abhandlungen, (*Journ. de Phys.*, Nov. 1806.) Gilb.

balt; welche Bewandtniſs hat es damit? Alle dieſe Fragen werden ſchwer zu beantworten bleiben, bevor man nicht eine gröſsere Menge von Mineralien, als es bis jetzt geſchehn iſt, wird zerlegt haben.

Darf man indeſs nach dem Dämmerlichte urtheilen, das die Analyſe über dieſen Gegenſtand zu verbreiten begonnen hat, ſo läſst ſich ſchon jetzt behaupten: 1. daſs die weiſsen und grauen Speiſskobalte und der Glanzkobalt, kurz, alle Kobalterze, welche die Metalle im reguliniſchen Zuſtande enthalten, faſt ohne Ausnahme nichts anderes als eine *Zergehung* (*diſſolution*) *von einigen Schwefel-Metallen in mehr oder minder beträchtlichen Maſſen von Arſenik ſind;* daſs 2. dieſes letztere Metall die Baſis (*excipient*) iſt, worin die Natur Schwefel-Silber, Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwefel-Kobalt, Schwefel-Nickel und andre Schwefel-Metalle, nach ausnehmend verſchiednen Verhältniſſen aufgelöſt (*diſſout*), eingewickelt und eingemengt hat; und daſs 3. der Arſenik, in welchem ſie zergangen ſind, ſie zwar nach allen Doſen in ſich aufgenommen hat, deshalb aber nicht, wie dieſe Metalle, an den Schwefel chemiſch gebunden iſt. *) Um dieſes zu verdeutlichen, will ich mich der Vergleichung bedienen.

*) *que l'arſenic eſt pour eux un diſſolvant qui les a reçus à toutes doſes, mais un diſſolvant qui ne partage pas pour cela leur état de ſulfuration.*

So wie das Waſſer verſchiedene Salze nach mannigfaltigen Verhältniſſen in ſich aufnehmen kann, ohne daſs es mit ihren Beſtandtheilen einzeln irgend etwas zu thun hat, ſo kann auch der Arſenik ſich mit mehrern Arten von Schwefel-Metallen ſchwängern, ohne die Verbindung, worin ihre Beſtandtheile ſich befinden, zu ſtören; und ein ſolches Zergehen läſst ſich mit deſto mehr Recht annehmen, je weniger Metalle es giebt, die ihm nicht den Schwefel ſtreitig machen ſollten. Es muſs dieſem zu Folge in dem groſsen Laboratorium der Natur metalliſche Diſſolventia und Zergehungen von Schwefel-Metallen in ihnen gegeben haben, gerade ſo, wie es in unſern Laboratorien Zergehungen in Waſſer, in Alkohol, in Oehl u. d. giebt, deren Excipiens nichts mit der Zuſammenſetzung und den Beſtandtheilen der Körper zu thun hat, die darin zergehen können. Zwiſchen dieſen Zergehungen in Metallen, und denen, mit welchen wir ſie vergleichen, iſt indeſs der Unterſchied, daſs die letztern in der gewöhnlichen Temperatur flüſſig, die erſtern dagegen in ihr ſtarr ſind, und daher für uns nur als unförmliche oder kryſtalliſirte, feſte metalliſche Maſſen vorhanden ſind, von weiſser oder grauer Farbe, je nachdem es die Menge und die Art der in ihnen befindlichen Schwefel-Metalle mit ſich bringt.

Geſetzt, eine ſehr wäſſerige Auflöſung (Zergehung) von drei oder vier Salzen werde durch

Temperatur-Erniedrigung plötzlich zum Frieren gebracht, so wird, wie sich nicht zweifeln läßt, im Augenblicke eine feste steinähnliche Masse entstehen, hart oder zerbrechlich, durchsichtig oder undurchsichtig, derb oder kryſtallisirt. Und wenn das unter ähnlichen Umständen, mit einer Menge solcher Zergehungen der Fall wäre, welche dieselben Salze, nur nach verschiednen Verhältnissen enthielten, so würden wir eine ganze Reihe steinartiger Körper erhalten, die einander sehr ähnlich seyn, sich jedoch wahrscheinlich im spec. Gewichte, im Gewebe, im Bruch, oder in andern Eigenschaften unterscheiden würden. Chemiker, denen diese Art von Lithologie in die Hand fiele, würden gewiſs sehr bald entdecken, daſs es in allen diesen Stücken ein Dissolvens giebt, das von den andern Bestandtheilen sorgfältig zu unterscheiden ist; ein herrschendes Princip, in das verschiedne Salze nach sehr verschiednen Verhältnissen zergangen sind.

Aus demselben Gesichtspunkte müssen wir die arsenikhaltigen und viele andre Erze betrachten, deren Excipient der Arsenik nicht ist, weil die Analyse derselben uns zu Resultaten führt, die über die Analogie, mit dem hier angeführten Beispiel, gar keinen Zweifel lassen.

Eins der Gesetze, welche die Natur in der Bildung dieser Erze befolgt zu haben scheint, ist, daſs, nachdem sie die Metalle, und deren Oxyde und Schwefelverbindungen, (die beiden groſsen

Basen der ganzen bekannten Mineralisation,) erzeugt hat, sie sie einzeln je zwei, je drei, je vier u. s. f. vermengt oder in einander hat zergehen lassen. Sie hat sie nach allen Verhältnissen mit einander durchkreuzt, um gleichsam die Individuen durch die Individuen zu vermehren, ohne dass sie eine grösere Menge elementarer Verbindungen zu schaffen nöthig gehabt hätte. So finden wir im Mineralreiche ein Oxyd bald rein, bald mit andern vermengt, oder als ein Dissolvens für zwei oder drei andre Oxyde dienend. So die Schwefelmetalle theils einzeln, theils zu zwei, zu drei, zu vier, zu fünf mit einander vermischt; das Schwefel-Blei, das Schwefel-Spiesglas u. s. f., für kleine Mengen von Schwefel-Metallen andrer Art, als Excipiens dienend. So endlich in dem Arsenik drei oder vier verschiedne Schwefel-Metalle aufgelöst, (zergangen.) Und alle diese Zergehungen sind um desto mannigfaltiger, je minderfordernd die Natur sich in Hinsicht der Proportionen gezeigt hat, nach welchen diese Art zusammen gesetzter Körper sich bildet.

Aus diesen Grundsätzen geht hervor, sind sie anders richtig, dass in der Mineralogie nicht alles *Verbindung* (*combinaison*) ist, oder dass es in dem Mineralreiche eine grosse Menge von Produkten giebt, auf welche sich diese Benennung nicht so geradehin anwenden lässt, wie das einige Schriftsteller thun, die nicht ganz darüber nachgedacht zu haben scheinen, was man in der Chemie un-

ter Verbindung verſteht, und daher dieſen Namen auf Zuſammenſetzungen übertragen, welche die Chemie keinesweges dafür erkennt. Sie verwechſeln nämlich die *Verbindungen* (*combinaiſons*) mit gewiſſen ſtarr gewordnen *Zergehungen*, mit gewiſſen *Vereinigungen* (*unions*) oder zuſammen geſetzten Syſtemen, mit welchen die Chemie ganz entgegen ſtehende Vorſtellungen verbindet. Die Natur giebt uns Verbindungen von einfachen Grundſtoffen; zugleich liefert ſie uns Zuſammenſetzungen (*compoſés*) aus mehr oder weniger dieſer Verbindungen, und dieſe Zuſammenſetzungen laſſen ſich weder mit den *Verbindungen* vergleichen, noch in unſern naturhiſtoriſchen Inventarien neben ſie ſtellen, weil beide nach ſehr verſchiednen Geſetzen gebildet worden ſind. Die *Verbindungen*, welche im Mineralreiche vorkommen, beſtehn aus zwei, höchſtens aus drei, nur ſelten aus vier Grundſtoffen, und faſt nur in den organiſchen Körpern kommen dergleichen aus mehr als drei Elementen vor. *Zuſammenſetzungen*, worin drei, vier oder fünf Verbindungen unter einander gemengt ſind, finden wir dagegen faſt auf jedem Schritt. Und zu dieſer Klaſſe von Vergeſellſchaftungen, von Zuſammenſetzungen, oder wenn man will von Vermengungen (*à cette claſſe d'aſſociations, de compoſés, de mixtes, ſi l'on veut,*) und nicht zu der der *Verbindungen* im Sinne der Chemie, muſs man die arſenikhaltigen Erze rechnen, von denen hier die Rede iſt, ſo

wie alle unfre Erze, in denen drei, vier oder fünf Schwefel-Metalle eingewickelt sind. Diese Unterscheidungen werden, wie man sehen wird, durch Beispiele, welche aus der Natur genommen sind, gerechtfertigt.

Doch ehe ich mich zu den Beweisen wende, muss ich noch ein Wort über eine Stelle sagen, welche ich in einem Aufsatze d'Aubuisson's finde: „Die Analysen der Kupferfahlerze, wel„che Klaproth so eben bekannt gemacht hat, „sind ein neues Beispiel von Verbindungen nach „variabeln Verhältnissen." Hierauf antworte ich: das Kupferfahlerz gehört keinesweges zu den *Verbindungen* (*combinaisons*), mit welchen sich die Chemiker jezt beschäftigen, um die Gesetze ihrer Bildung zu enträthseln. Solche Verbindungen sind Schwefel-Silber, Schwefel-Spiesglas, Schwefel-Queckfilber, Schwefel-Kupfer, sind die Metalloxyde, sind die verbrennlichen in Säuren verwandelten Grundstoffe u. d. m.; Erzeugnisse, welche die Natur, so zu sagen, privilegirt hat, indem sie ihnen feste und unveränderliche Verhältnisse vorgeschrieben hat, und sie nie anders als nach genau bestimmtem Maass und Gewicht erzeugt, *pondere et mensura*. Die Charaktere der wahren Verbindungen sind daher unveränderlich, wie das Verhältniss ihrer Elemente. Von einem Pol bis zum andern findet man sie in beiden Hinsichten überall dieselben, blos nach der Art der Aggregation kann ihre Physiognomie verschieden

ſeyn, nie ſind es aber ihre Eigenſchaften. Man hat noch nie einen Unterſchied zwiſchen den Eiſenoxyden der Südländer und der Nordländer gefunden. Der Zinnober aus Japan iſt nach denſelben Verhältniſſen zuſammen geſetzt, als der von Almaden. Das Silber iſt in Peru weder anders oxydirt, noch auf eine andre Art mit Salzſäure verbunden, als in Sibirien. Man wird in allen Theilen der bekannten Welt nicht zweierlei ſalzſaures Natron, zweierlei ſalzſaures Ammoniak, zweierlei Salpeter, zweierlei ſchwefelſauren Kalk, Kali, Natron, Magneſia, Baryt u. ſ. w. finden. Und ſo ſind alle Verbindungen auf dem ganzen Erdkörper nach demſelben Maaſse gebildet.

So verhält es ſich aber keinesweges mit den *Zuſammenhäufungen* (*aſſemblages*) von Verbindungen, welche man *in einander gewickelte Mineralien* (*minéraux compliqués*) nennt, mit den *Zuſammenſetzungen* aus drei, vier und fünf Schwefel-Metallen, welche die Natur durch Schmelzung, durch Auflöſungen in Waſſer und Austrocknung, durch Kryſtalliſation, oder wie man ſonſt will, gebildet hat. In Hinſicht ihrer hat ſie das Geſetz der Proportionen aufgehoben; ſie bringt ſie ohne alle Rückſicht auf die Menge jeder zuſammen, und der Zufall beſtimmt dies, auf ſehr verſchiedne Arten. Es giebt vielleicht nicht zwei Gruben, worin die grauen, glänzenden, arſenik- und ſpieſsglashaltigen Silber-, Kupfer-, Kobalt-Erze dieſelben wären. Daher werden auch alle Erze dieſer Art aus

der

der neuen wie aus der alten Welt, bei der Analyse die Schwefel-Metalle in eben so veränderlichen Mengen enthalten, als man sie nur immer beim Zusammenschmelzen nach allen beliebigen Verhältnissen durch Kunst erhält. Es giebt folglich, wie man sieht, eine unverkennbare Gränzlinie zwischen den *Verbindungen* (*combinaisons*) von Grundstoffen, und zwischen den *Zusammenhäufungen* (*assemblages*) oder wenn man will, den Verbindungen der Verbindungen; denn, verstehn wir uns nur in der Sache, so wollen wir nicht über die Worte streiten, bis man passendere Ausdrücke für die Sachen, welche wir bezeichnen wollen, wird aufgefunden haben. Auf diese fundamentalen Unterschiede wird man hinführo Rücksicht nehmen müssen, wenn wir in der Mineralogie, und besonders in der Kenntnifs der Erze und Metalle, weiter kommen sollen. Sie waren den analysirenden Chemikern nicht entgangen; doch ist es sehr nöthig, sie nochmahls darzustellen, um die Mineralogen auf sie aufmerksam zu machen. Die *primären Verbindungen*, die, welche die Natur unveränderlichen Verhältnissen unterworfen hat, noch länger mit den *secundären Zusammenhäufungen* von Mineralisationen, die nach allerlei Verhältnissen vereinigt und unter einander gemengt sind, zusammen werfen, würde heifsen, die Kräfte mit den Radicalien, das Gebäude mit den Schätzen, die es enthält, vermengen.

Aber welchen Unterschied, wird man sagen, sollen wir uns denn zwischen deinen chemischen

*Verbindungen*, und den *Vereinigungen von Verbindungen* denken, welche die Natur nach dir keinen festen Verhältnissen unterwirft? Ist die Kraft, welche macht, dass ein Metall sich im Schwefel auflöst, eine andre, als die, vermöge deren ein Schwefel-Metall in ein zweites zergeht (*se dissout*)? — So gegründet diese Frage auch ist, so werde ich mich doch mit einer Antwort auf sie nicht übereilen, aus Furcht, in einem Felde, welches die Wissenschaft vielleicht noch nicht hinlänglich mit Thatsachen erhellet hat, mich zu verirren. Man wird indess meine Unterscheidungen nichts desto weniger, wie ich denke, verstehen, wenn ich sage: Es sey nun die Anziehung, vermöge deren der Zucker im Wasser zergeht, einerlei oder nicht mit der, durch welche eine bestimmte Menge Kohlenstoff und Wasserstoff sich in eine bestimmte Menge Sauerstoff auflösen, um den Zucker in unsern Pflanzen zu bilden; so sehn wir doch sehr deutlich, dass diese beiden Arten von Anziehung in ihrem Resultat so verschieden sind, dass es unmöglich ist, sie mit einander zu verwechseln. So ist nach meiner Ansicht eine Zergehung des Salpeters im Wasser, nicht von einerlei Art als die Auflösung des Stickstoffs im Sauerstoff, welche Salpetersäure, oder diese Säure in Kali, welche Salpeter giebt. Die Zergehung des Ammoniaks im Wasser ist in meinem Auge ganz etwas anderes, als die Auflösung des Wasserstoffs im Stickstoff, aus der das Ammoniak entsteht. Die Zergehung des Schwefel-Silbers in

dem Schwefel-Spiefsglas, welche das Rothgiltigerz ausmacht, ist nicht von derselben Art, als die Auflösung des Silbers im Schwefel, woraus Schwefel-Silber entsteht. Endlich ist die Zergehung des Schwefel-Spiefsglases in Spiefsglasoxyd im *Minimo*, nach mir keinesweges zusammen zu stellen mit der Auflösung des Spiefsglases im Schwefel. Die Ursache aller dieser Unterscheidungen scheint mir klar am Tage zu liegen. Nämlich: die Zergehungen von Zucker, von Salpeter, von Ammoniak im Wasser lassen sich nach Verhältnissen erhalten, deren äufserste Gränzen unendlich weit von einander abstehen; die Auflösungen dagegen der Grundstoffe der Salpeterfäure in einander, oder der beiden Bestandtheile des Salpeters oder des Ammoniaks, finden nur unter der strengen Bedingung eines einzigen Mischungsverhältnisses, oder höchstens zweier Statt.

Auch wir können 3 bis 4 Schwefel-Metalle in einander zergehen lassen, und zwar nach unendlich verschiednen Verhältnissen; aber zuverläfsig wird es uns nicht gelingen, den Schwefel mit irgend einem Metalle nach solchen willkührlichen Verhältnissen zu verbinden. Das Schwefel-Spiefsglas kann sich in das Spiefsglasoxyd im *Minimo* nach unzählig vielen Verhältnissen auflösen, woraus die Spiefsglas-Lebern, Gläser, Safrane, und alle Zwischen-Nüancen entstehn. Aber kennen wir wohl auch nur zwei verschiedne Schwefel-Spiefsglase? Die Natur hat sich bestimmten Mi-

fchungsverhältniſſen in dem unterworfen, was wir *Verbindungen* nennen; und eben dadurch auch uns, in unſern Arbeiten. Seit Anbeginn der Chemie iſt es noch nie jemand geglückt, Ammoniak, Salpeter, Schwefel-Silber, Schwefel-Spieſsglas u. ſ. f. zu erhalten, welche andre Miſchungsverhältniſſe, als die gewöhnlichen, gehabt hätten. Ich ſollte glauben, dieſe Unterſchiede müſsten für alle deutlich ſeyn; und wenn ich mich auch nicht darauf einlaſſe, ſie zu definiren, ſo fühle ich darum nicht weniger, wie wichtig es iſt, daſs man ſich beſtrebe, zu beſtimmen, ob es wirklich eine feſte Gränze giebt oder nicht, zwiſchen dieſen beiden Klaſſen von Vereinigungen, unter die ich, wie unter zwei verſchiedne Fahnen, Erzeugniſſe zu reihen ſuche, welche in der Kunſt eben ſo als in der Natur von einander verſchieden ſind, und für welche die Wiſſenſchaft vielleicht ſchon früher hätte Benennungen aufſtellen ſollen, um zu verhüten, daſs man ſie nicht mit einander vermenge, da die Chemie ſie ſchon ſeit langer Zeit nicht mehr durcheinander wirft.

---

Doch ich komme zu den *zuſammen geſetzten Schwefel-Metallen* zurück. Ich habe zu Anfang behauptet, der Grund der Unterſcheidung, welche ich vorſchlage, ſey in der Natur; ich will nun verſuchen, das im Kurzen hier zu ſkizziren, was meine eignen Arbeiten mich hierüber ſeit einigen Jahren gelehrt haben.

1.

[*Kupferkies, oder die gelben Kupfererze.*] Das *Schwefel-Eisen* im Maximo oder der *Schwefel-Kies* findet sich mit verschiednen andern Schwefel-Metallen vereinigt. Die einfachsten Zusammensetzungen desselben sind die mit dem *Schwefel-Kupfer.* Beide kommen nach sehr verschiednen Verhältnissen mit einander vereinigt vor, und es entstehn daraus die so genannten *Kupferkiese*, die *gelben* und *goldgelben Kupfererze*, und die *bunt-* oder *pfauenschweifig* angelaufnen Kiese; letztere, wenn das Schwefel-Eisen sich zu oxydiren anfängt, wodurch das blaue Schwefel-Kupfer *) zum Vorschein kömmt, das sich weit schwerer oxydirt. Des Schwefel-Eisens ist in ihnen stets mehr als des Schwefel-Kupfers; es giebt indefs einige, die über 40 Prozent Schwefel-Kupfer enthalten. Sie gehören zu den gemeinsten Erzen, und finden sich fast überall; sind bald kryftallisirt, bald ohne regelmäfsige Gestaltung, bald reicher, bald ärmer an Kupfer. Schmelzt man sie mit Kali zusammen, so wird das Schwefel-Eisen vom Maximo zum Minimo an Schwefel herab gebracht; es läfst sich dann in verdünnte Schwefelsäure auflösen, unter Entbindung von Schwefel-Wasserstoffgas, und das blaue Schwefel-Kupfer bleibt unangegriffen zurück. **) Auch mit sehr verdünnter Salpetersäure läfst sich das blaue Schwefel-Kupfer aus den Kupferkiesen allein darstellen.

*) S. S. 164. G.

**) S. S. 168. G.

2.

[*Die grauen Kupfererze, oder Kupfer- und Silber-Fahlerze.*] Wenn zu den beiden Schwefel-Metallen, aus denen diese gelben Erze oder Kupferkiese bestehn, dem Schwefel-Eisen und dem Schwefel-Kupfer, noch ein *drittes Schwefel-Metall* hinzu kömmt, z. B. Schwefel-Spiefsglas, Schwefel-Blei, Schwefel-Silber, und selbst Arsenik, so gehn sie in die Klasse der *grauen Kupfererze* oder *Kupferfahlerze* über. Erze dieser Art, welche aufser jenen beiden Schwefel-Metallen nichts als Schwefel-Spiefsglas enthalten und diesem ihre graue Farbe verdanken, kennt man fast überall; bei uns brechen dergleichen im *Collado de la Plata* bei *Terruel*, in der *Sierra Vermeja*, u. s. w. Fahlerze, deren graue Farbe von Schwefel-Blei oder von Arsenik herrühren, finden sich zu *Rio Tinto* in Andalusien. Unter den Fahlerzen, welche wir aus Amerika erhalten, giebt es einige, welche sich bei der Analyse als Kupferkies zeigen, der blofs durch Schwefel-Silber grau ist. — Man findet im Innern mancher Stufen salzsauren Kupfers aus Chili einen Kern von Fahlerz, das aus Schwefel-Eisen, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Spiefsglas besteht. Dieses Erz scheint von aufsen her durch fremde Einwirkungen oxydirt und in salzsaure Metalle verwandelt worden zu seyn.

Mehrentheils ist indefs das Fahlerz aus *vier Schwefel-Metallen* zusammen gesetzt, nämlich aus den Verbindungen von Schwefel mit *Eisen*, mit *Kupfer*, mit *Silber* und mit *Spiefsglas*; eine Zusammensetzung, welche unter den *silberhaltigen Fahlerzen* sehr ge-

wöhnlich ist. In ihnen dient häufig nicht mehr das Schwefel-Eisen, sondern das *Schwefel-Spiefsglas* als Excipient für die übrigen. Nach Bergman giebt es deren selbst einige, in welche *Arsenik* mit eingeht; ob als reines Metall oder als Schwefel-Arsenik, ist noch auszumachen. In Absicht der Menge des Schwefel-Silbers, welches sie enthalten, sind diese Erze so aufserordentlich verschieden, und unbeständig in ihren Charakteren, dafs dasselbe Erz von *Born* für *Arsenik-Silber*, und von *Romé-de-Lisle* für *arsenikalisches Weifserz* (*mine blanche arsenicale*) ausgegeben wurde. Wir haben einzelne Minern dieser Art, in welchen das *Schwefel-Kupfer* vor den drei andern das vorherrschende ist. In diesem Falle hat das Erz ein ganz anderes Ansehen; es ist dichter, schwerer zu zersprengen, und von einer bläulichern, minder metallischen Nuance.

Zu dieser Spiefsglas-Familie gehören die meisten Erze, welche die amerikanischen Bergleute *Negrillos* (schwärzliche) nennen. Man findet in ihnen stets die hier genannten vier Schwefel-Metalle, doch nach sehr verschiednen Verhältnissen; vom Schwefel-Silber enthalten sie immer am wenigsten. Arsenik habe ich in dieser Art von Erzen nie gefunden. Es giebt darunter auch manche, die vom Schwefel-Kupfer eine weit kleinere Menge als vom Schwefel-Eisen und vom Schwefel-Spiefsglas enthalten. — Die *Negrillos* verwittern allmählig an der Luft, und bei diesem

langſamen Verbrennen oxydiren ſich alle ihre Metalle, das Silber ausgenommen, welches man auch dann noch als Schwefel-Silber wieder findet. Oefters ſind ſie mit Schwefel-Zink (Blende) vermengt; dieſer iſt indeſs nur eingeſprengt, läſst ſich einzeln erkennen, und macht keinen Theil der innigen Vereinigung aus. *)

In einigen unförmlichen Erzen dieſer Art, welche ſich durch ihre Schwere und durch ihre ſchwärzliche Bleifarbe auszeichnen, findet man noch ein *fünftes Schwefel-Metall*, nämlich *Schwefel-Blei*. Dieſe Art von *Negrillo* iſt ſehr reich; wenigſtens waren es die Stücke, welche ich unterſucht habe. Um ſie zu analyſiren, muſs man ſie mit Salpeterſäure behandeln, welche die Metalle und den Schwefel oxygenirt; iſt dabei genug Schwefelſäure entſtanden, ſo findet man in der Auflöſung kein Blei, weil es ſich als ſchwefelſaures Blei zugleich mit dem Spieſsglasoxyd zu Boden ſetzt; reibt man den Niederſchlag mit kohlenſaurem Kali zuſammen, ſo wird das Blei kohlenſauer, (*par trituration*,) und nun läſst es ſich durch ſchwache Salpeterſäure abſcheiden. **)

Eine nicht minder intereſſante Vereinigung von vier Schwefel-Metallen, als die Negrillos, iſt das *Fahlerz*, welches zu *La Cren*, (im Kreuze,)

*) Man vergleiche hierbei S. 169. *Gilb.*

**) Hierher gehört auch das Fahlerz von Guadalcanal, worin Vauquelin Platin entdeckt hat. S. S. 207. *Gilb.*

1 Stunde von Valencia, in Nieren gefunden wurde, die eine graue Metallfarbe hatten, und beim Zurückwerfen des Lichtes röthlich schienen. Sie enthielten Schwefel-Eisen, Schwefel-Kupfer, Schwefel-Spiefsglas, und *Schwefel-Queckfilber* in einander vollkommen aufgelöst oder zergangen. Salpeterfäure oxydirt drei dieser Schwefel-Metalle, das Schwefel-Queckfilber widersteht aber ihrer Einwirkung und vermengt sich mit dem Spiefsglasoxyd, das zu Boden fällt; durch Salzfäure werden beide von einander getrennt. Viele dieser Nieren haben durch Verwitterung eine Veränderung erlitten, der ähnlich, welche die Salpeterfäure in ihnen bewirkt; in manchen ist in der Mitte noch ein metallischer Kern. Sie nehmen durch diese Oxydirung an Umfang zu, und an Festigkeit ab; der scharlachroth gewordne Zinnober, der noch allein besteht, giebt der ganzen Masse seine Farbe; das Eisen und das Spiefsglas sind im *Maximo* oxydirt, und das Kupferoxyd ist kohlensauer. Ueberhaupt ist der Zinnober eins der unveränderlichsten Schwefel-Metalle der Erde. Ich zweifle, dafs man zu Almaden oxydirtes Queckfilber gefunden hat. Doch hat daselbst Hr. Angelo, Director des Bergwerks, mildes Queckfilber, wiewohl in geringer Menge, entdeckt, das in kleinen Kryftallen mit Perlmutterglanz hier und da auf Stücke des Gesteins wie hingeblasen vorkömmt. Das aus den genannten vier Schwefel-Metallen bestehende Fahlerz zu La Cren ist jetzt völ-

lig abgebaut. Es gab davon nur wenig, und man förderte es, um das Queckſilber daraus zu gewinnen. Es ſchien, die Natur habe es wie durch einen Zufall auf die Oberfläche eines Hügels herab fallen laſſen. Dieſer Hügel beſteht ganz aus eckigen Fragmenten, die durch ein Kalk-Cement von neuerer Entſtehung zuſammen gekittet ſind; und unterſucht man das Local, ſo wird man überzeugt, daſs dieſe Fragmente Ueberreſte umliegender Berge ſind, die nicht mehr exiſtiren. Ein weniges von dem Mineral zog ſich bis Bechi herab, das $\frac{1}{2}$ Stunde tiefer, am Eingange in die Ebene von Valencia liegt.

3.

[*Schwefel-Blei.*] Es giebt wenig *Bleiglanz*, dem nicht Bleioxyd oder ſchwefelſaures Blei eingemengt iſt. Dies muſs man wiſſen, um ſich nicht durch Proben, die man durch Schmelzung macht, verführen zu laſſen, zu ſchlieſsen, daſs in Bleiglanz das Blei mit dem Schwefel nach verſchiednen Verhältniſſen verbunden vorkomme. *)

Das Schwefel-Blei iſt eins von den Schwefel-Metallen, welche Schwefel-Silber nach aufſerordentlich verſchiednen Verhältniſſen enthalten; doch macht das Schwefel-Blei immer den gröſsten Antheil aus. Manchmahl ſind beide mit *Schwefel-Spieſsglas* vereinigt; dahin gehörte das Erz, worin Klaproth in 100 Theilen 40 Th. Blei, 20 Th. Silber, 8 Th. Spieſsglas und das übrige Schwefel gefunden hat. Auch *Schwefel-Kobalt* hat ſich in

*) S. S. 382.

silberhaltigen Bleiglanz verirrt; mehrere Beispiele davon sind in Katalonien vorgekommen. Man braucht diese Erze nur mit Kali und mit kleinen Nägeln zu schmelzen, so findet man den Kobaltkönig über dem silberhaltigen Blei.

*Schwefel-Blei* und *Schwefel-Spiefsglas* kommen auf eine noch mehr zusammen gesetzte Art vor, nämlich mit *Schwefel-Kupfer* vereinigt. *) Zu Linares in Andalusien findet man spiefsglashaltige Bleierze, die auf dem Bruch wie Stahl aussehn, und aufser ein wenig Schwefel-Silber auch Schwefel-Kupfer enthalten. Diese Erze sind einer Zersetzung unterworfen, in der sie sich in kohlensaure Metalloxyde verwandeln, das Kupfer ausgenommen, welches nicht so leicht zu oxydiren ist, und das sich in den kohlensauren Metallen unverändert als Schwefel-Kupfer wieder findet.

Das Schwefel-Blei gehört zu den Schwefel-Metallen, welche mit Schwefel-Tellur, mit dem Schwefel Uran u. a. vereinigt vorkommen.

4.

[*Schwefel-Spiefsglas.*] Das Schwefel-Spiefsglas kömmt ebenfalls mit sehr verschiednen Mengen von Schwefel-Silber vor, und giebt damit eine ganze Reihe von Erzen, die vom *Rothgiltigerze* bis in das *spröde Glaserz* übergehn, welches letztere in Masse schwarz, gepulvert aber röthlich ist.

*) Hierher gehört Hrn. Klaproth's *Spiefsglas-Bleierz*, (s. S. 285, Anm.,) und das ähnliche von Hatchett analysirte graue Erz aus Cornwall, (S. 184, Anm.) *Gilbert.*

5.

Arsenik, in welchem Schwefel-Eisen im Maximo, aufgelöst ist, bildet den *Arsenikkies*. In diesem Kiese hat der Arsenik keinen Antheil am Schwefel, der lediglich an dem Eisen gebunden ist. Ich habe noch nicht durch Versuche bestimmt, ob der Antheil an Arsenik und an Schwefel-Eisen im Arsenikkiese variabel ist; es läfst sich indefs bei der Verschiedenheit ihrer Nuancen und nach den Versuchen Vauquelin's daran nicht zweifeln.

6.

[*Glanzkobalt, Speifskobalt, Kupfernickel.*] Der *Arsenik* dient auch dem *Schwefel-Kobalt*, *Schwefel-Nickel*, *Schwefel-Kupfer* und *Schwefel-Eisen* zugleich als Excipient. Man findet in ihm diese Schwefel-Metalle, wenn man die *weifsen* und *grauen arsenikalischen Kobalt-* oder *Nickel-Erze* analysirt. Einige derselben enthalten im Verhältnifs gegen den Schwefel-Kobalt nur sehr wenig Schwefel-Nickel, andre umgekehrt viel Schwefel-Nickel und nur sehr wenig Schwefel-Kobalt. Schwefel-Kupfer findet sich fast in allen Erzen dieser Art; selbst das von Tunaberg, welches Tassaert analysirt hat, ist davon nicht frei. Es giebt sehr arsenikreiche Nickel-Erze, welche Schwefel-Silber enthalten. Die Verhältnisse aller dieser Schwefel-Metalle unter einander und gegen den Arsenik variiren aufserordentlich.

Wenn man Erze dieser Art destillirt, so er-

hält man aus einigen 30 Prozent reinen Arseniks, aus andern weniger. Der Rückstand ist immer eine Zusammenhäufung mehrerer Schwefel-Metalle, welche einen Antheil Arsenik enthalten, der nicht an Schwefel gebunden ist. Erhitzt man ihn mit Schwefel, so sublimirt sich dieser übrige Arsenik als Realgar und verläßt nun die andern Schwefel-Metalle; ein offenbarer Beweis, daß selbst der Ueberrest von Arsenik, den die Schwefel-Metalle zurück halten, nicht als Schwefel-Arsenik im Erze vorhanden ist.

Aus einem grauen, dichten, gleichförmigen *Kobalterze von Schlagviig* in Steiermark erhielt ich reguliniſchen Arsenik, zuletzt aber etwas Realgar. Dieſes geſchieht, wie ich glaube, dann, wenn das Schwefel-Eiſen einen Theil ſeines Schwefels fahren läßt, und aus der Verbindung mit Schwefel im Maximo in die im Minimo übergeht. Der Rückſtand enthielt Arsenik und Verbindungen von Schwefel mit Eiſen, Kupfer, Kobalt, und Nickel; letztere in gröſserer Menge als den Schwefel-Kobalt.

Kryſtalliſirter *Kobalt von Tunaberg* gab mir Arsenik und Realgar, viel Schwefel-Eiſen, wenig Schwefel-Kupfer, und Schwefel-Kobalt. Nickel enthält er gar nicht.

Ein *rother Kupfernickel* mit grauen Adern *von Andreasberg* gab metalliſchen Arsenik und keinen Realgar. Im Rückſtande fand ſich Arsenik, wenig Schwefel-Kupfer, Schwefel-Eiſen, Schwe-

fel-Kobalt und Schwefel-Nickel; der letztere ist vorwaltend.

Der *Kupfernickel von Poplet* in Catalonien enthält Arsenik, Schwefel-Eisen, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Nickel; keinen Kobalt. Er ist röthlich und in einem kieselartigen Gestein verbreitet.

Der *Kupfernickel von Sierra Vermeja* ist eine blosse Legirung von Nickel und Arsenik, und enthält nicht ein Atom von Schwefel; die Auflösungen desselben werden nicht einmahl getrübt von Barytauflösungen. Wenn je der Nickel in Gebrauch kommen sollte, so ist es dieses Erz, aus welchem man sich am leichtesten das Nickelmetall wird verschaffen können. Man hatte ihn dem Ministerio als ein Silbererz eingereicht, und eine Stange dieses Metalles begleitete die Sendung. Angulo und Fernandez analysirten das Erz, und fanden darin nicht eine Spur von Silber.

*Grauer Kobalt von Tobschau* in Ober-Ungarn. Er ist mit einem grünlichen Oxyd vermengt, welches von verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird; die Auflösung enthält arsenigtsauren Nickel. In einer Auflösung des metallischen Theils in Salpetersäure zeigte sich Schwefel, Eisen, Nickel und Arsenik; kein Kobalt. Bei der Destillation giebt dieser metallische Theil keinen Arsenik, obgleich er ihn in Menge enthält.

Auch viele andre sehr arsenikreiche Kobalt- und Nickelerze gaben in der Destillation keinen

Arsenik. In ihnen mufs, aufser den Schwefel-Metallen, nicht an Schwefel gebundener Nickel oder Kobalt vorhanden, und mit dem Arsenik so legirt seyn, dafs er ihn verhindert, sich zu sublimiren. Ich habe vergessen, zu untersuchen, ob der Arsenik-Nickel von Sierra Vermeja seinen Arsenik in der Destillation fahren läfst; doch zweifle ich daran.

Ein schweres und gleichförmiges graues *Kobalterz von Schneeberg* gab 8 bis 9 Prozent reinen Arseniks, dann einige Spuren von Realgar, und als der Rückstand mit Schwefel erhitzt wurde, sehr viel Realgar. Der Arsenik war also darin nicht an Schwefel gebunden. Der Rückstand der blofsen Destillation enthält aufser Arsenik noch Schwefel-Eisen, Schwefel-Kobalt und ein wenig Schwefel-Kupfer; keinen Nickel.

Ein graues, reines, sehr weifses und arsenikreiches *Kobalterz aus Aragonien* gab in der Destillation nichts; und doch enthielt es viel Arsenik, der bei der Destillation mit Schwefel als Realgar zum Vorschein kam. Welches Princip hält darin den Arsenik zurück? Dieses werde ich näher untersuchen. Er enthält Schwefel-Kobalt, Schwefel-Eisen, Schwefel-Kupfer und keinen Nickel.

Ein andres graues, traubiges, sehr schweres *Kobalterz aus Sachsen* gab zwar Arsenik, aber nach Verhältnifs der Menge, welche es enthielt, nur wenig, und darauf Realgar-Blumen. Es ent-

hielt Schwefel-Kobalt, Schwefel-Eifen, Schwefel-Kupfer und keinen Nickel.

Dafs *Schwefel-Kobalt* in der Natur vorkömmt, läfst fich nach dem Detail, welches Patrin davon giebt, fchwerlich bezweifeln, um fo weniger, da er fchon in den grauen und weifsen Kobalterzen als folcher exiftirt; ich habe indefs noch nicht Gelegenheit gehabt, Stücke davon zu fehen. *)

Nickel,

*) Folgende Notiz von den künftlichen Verbindungen des Schwefels mit Kobalt und mit Nickel entlehne ich aus Hrn Proufts chemifcher Gefchichte diefer beiden Metalle, im *Journ. de Phyf., Decemb.* 1806. „Kobaltoxyde mit Schwefel erhitzt, werden zu *Schwefel-Kobalt*. Vom Kobaltmetall verbinden fich 100 Theile mit 40 Th. Schwefel; diefes ift das Refultat von drei Verfuchen; doch bleiben mir noch einige Zweifel über das Verhältnifs. Um diefe Verbindung zu bewirken, brachte ich den Kobalt in einer Retorte zum dunkeln Rothglühen, und liefs dann kleine Stücke Schwefel darauf fallen. Indem fie fich verbinden, entfteht ein Glühen, welches fchon die Alten bei Schweflung von Metallen bemerkt hatten, und das die Aufmerkfamkeit der Neuern wieder auf fich gezogen hat. Diefe Hitze ift intenfiv genug, um einen Theil des Schwefel-Kobalts zu fchmelzen und in Körner zu verwandeln. Ich habe etwas davon in einer Effe, mit Borax, etwas Kohle und Gyps gefchmelzt, um es im Zuftande eines Schwefel-Metalles zu erhalten; diefes gab einen grauen, blättrigen und brüchigen König, der nichts Merkwürdiges zeigte und den die Säuren leicht auf.

Nickel, Kobalt, Eiſen und Kupfer ſind vier Metalle, die es keine Schwierigkeit macht in den Auflöſungen der Rückſtände, welche ſie alle vier enthalten, zu erkennen. Der Schwefel-Waſſerſtoff ſchlägt aus der Auflöſung das Kupfer und den Arſenik nieder, und wenn man letztern ſo ſtark oxygenirt hat, daſs er zur Arſenikſäure geworden iſt, ſo greift der Schwefel-Waſſerſtoff die Arſenikſäure erſt lange nachher an, nachdem er das Kupfer niedergeſchlagen hat, wodurch man beide mit Sicherheit trennen kann. Wird nun die Auflöſung erhitzt, damit ſich das Eiſen im Maximo oxygenire, darauf mit Kali gefällt, und ihr dann Ammoniak zugeſetzt, ſo löſt dieſes das Kobaltoxyd und das Nickeloxyd auf, ohne das Eiſenoxyd anzugreifen. Bringt man nun die ammoniakaliſche Auflöſung in eine ſehr gelinde Wärme, ſo fällt, während ſie ſich concentrirt, der Nickel zu Boden, und der Kobalt bleibt allein in ihr.

Ich habe verſchiedene *Speiſsen* analyſirt; das heiſst, Metallkönige, welche ſich in den Tiegeln, in denen das Kobaltglas bereitet wird, am Boden anſammeln. Sie ſind ein regenerirtes Mineral, worin man Arſenik, Kobalt, Nickel, Wis-

auflöſten, unter Entbindung von viel Schwefel-Waſſerſtoff-Gas." — „*Nickel* verbindet ſich auf 100 Th. mit 46 bis 47 Th. Schwefel; doch auch hierüber bleiben mir noch Zweifel. Im Augenblicke der Verbindung ein ſehr leuchtendes Glühen."

*Gilb.*

muth, Eifen, Kupfer und Schwefel findet. Die Auflöfung derfelben in Salpeterfäure fetzt arfenigtfauren Wismuth ab, der in der Säure wenig auflöslich ift; beim Concentriren fcheidet fich das übrige ab. Die übrigen Metalle erkennt man auf die eben angegebne Weife. Ich habe in der Speife immer mehr Nickel als Kobalt gefunden. Ich glaube gelefen zu haben, dafs man fie calcinirt, um fie wieder dem Glasflufs zuzufetzen, damit fie allen Kobalt hergebe.

---

Diefe kleine Zahl von Beifpielen, welche die Gelehrten durch ähnliche Beobachtungen, die fie befitzen, werden vermehren können, reicht völlig hin, die Gründe der Unterfcheidung zu bewähren, welche ich zu Anfang diefer Bemerkungen aufgeftellt habe.

Selbft die Lithologie, die fo reich ift an Zufammenfetzungen nach Verhältniffen, welche zwifchen noch weitern Gränzen, als die aus blofsen Metallen variiren, fcheint mir fähig zu feyn, nach diefen beiden Gefichtspunkten ftudirt zu werden. *) Doch ich vermag nicht allein ein fo

*) Will man einen auffallenden Beweis diefer Wahrheit, fo nehme man den *Granat*. Wie auferordentlich variirt nicht in ihm das Verhältnifs der Beftandtheile! Die Kiefelerde zwifchen 36 und 52, die Thonerde zwifchen 16 und 22, der Kalk zwifchen 3 und 32, das Eifen zwifchen

weites Feld zu durchforschen, und beschliesse daher lieber für jetzt diesen Gegenstand mit folgender Bemerkung.

Es ist sehr zu wünschen, dass es die Chemiker nicht länger aufschieben, auch von ihrer Seite die Art zu vervollkommnen, wie sie von ihren Analysen Rechenschaft geben; denn die bisherige ist mangelhaft.

und 41 auf 100 Theile, (Vauquelin.) Nie wird man in einem System der analytischen Lithologie eine solche variable Zusammensetzung neben die an feste Verhältnisse gebundenen Verbindungen stellen dürfen, in welche die Erden mit den Säuren treten. Dasselbe wird man ohne Zweifel von den Feldspathen, den Zeolithen, den Prehniten, den Speckstein, den Asbesten, den Cyaniten, den Chloriten, den Hornsteinen, dem Kieselschiefer, dem Vesuvian, den unzähligen Schörln, den Schiefern, kurz, von allen den zusammen gesetzten Steinen sagen müssen, in denen wir nichts finden, als Erden, die in Erden aufgelöst sind, in welchen sich die Natur ergötzt zu haben scheint, nach allen denkbaren Verhältnissen Kieselerde, Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganes-Oxyd, Natron, Kali, Baryt u. s. f. mit einander zu vereinigen, und die sich desto weiter von dem Gesetze fester Verhältnisse entfernen, je zahlreicher ihre Bestandtheile sind. So verhält es sich aber gewiss nicht mit den Verbindungen aus zwei Bestandtheilen im Steinreiche; nicht mit den Verbindungen der Schwefelsäure, der Salpetersäure, der Phosphorsäure, der Boraxsäure, der

Sagen, ein Mineral enthalte so und so viel Silber, Kupfer, Spiefsglas, Arsenik, Schwefel u. s. w., heifst, von der Organisation, von der Natur desselben uns ungefähr eine eben so belehrende Idee geben, als ein Baumeister uns vom Louvre geben würde, wenn er uns sagte, nachdem er das Gebäude niedergerissen hätte: es wär gebaut aus so und so viel Bruchsteinen, so und so viel Backsteinen, Schiefer, Kalk, Gyps u s. f. Der Naturhistoriker ist berechtigt, zu fragen, ob in dem Mineral, welches er dem Chemiker zur Analyse übergiebt, die vier oder fünf Grundstoffe, welche sich darin finden, sich gegenseitig sättigten? ob dazu der Schwefel hinreichte? ob

Flufssäure, der Molybdänsäure mit Kalk, mit Magnesia, mit Thonerde, mit Baryt, mit Strontion u. s. w., welche auf der ganzen Erde identisch sind. Diese Wahrheit hat die Analyse schon für die meisten solcher Verbindungen dargethan, und es kann nicht fehlen, dafs sie sie nicht auch bald auf die ausdehnen wird, welche noch nicht aus diesem Gesichtspunkte chemisch untersucht sind. Doch dürfen wir nicht vergessen, dafs, um die Charaktere der einfachen Verbindungen der Natur aufzufinden, und sie richtig zu sehen, man stets im Gedanken, wie durch die Analyse, die der Verbindung fremdartigen Körper absondern müsse, welche eingemengt, und nicht mit jenen chemisch verbunden sind, und daher ihnen ihre Reinheit benehmen und ihre ursprüngliche Gestalt verhüllen. *Proust.*

eins der Metalle mit ihm nicht verbunden war? ob nicht eine anfangende Oxygenation die Vereinigung zu verändern begonnen hatte, u. dgl. mehr.

Diese Bemerkung, welche keinen andern Zweck hat, als unsre Analysen zu vervollkommnen, findet auch auf alle unsre Zerlegungen von Steinen Anwendung. Es heifst z. B. immer nur: Eisenoxyd so und so viel. Der späthige Eisenstein, die Hornblenden, die Serpentine, die Thonschiefer, die Trappe, die Basalte u. s. f. enthalten Eisen in Menge; ist es aber in ihnen im *Minimum* oder im *Maximum* oxydirt? Und doch ist es nur unter der einen oder unter der andern Bedingung, dafs diese Zusammensetzungen roth, gelb, grün, bläulich, undurchsichtig oder durchscheinend sich zeigen, u. s. w.

# V.

## *Geognoſtiſche und phyſikaliſche Beobachtungen über Norwegen,*

von

Leopold von Buch,
Mitgl. d. Kön. Akad. d. Wiſſ. zu Berlin;

*aus einem Briefe an den Freih.* von Humboldt.

Berghöhen. Geognoſtiſcher Ueberblick. Untere Gränze des ewigen Schnees in Norwegen und Island. Gletſcher. Fichtenwald in 71° der Breite. Regenmenge. Gewitter bloſs im Winter in Wolkenhöhe. Mittlere Höhe des Barometers am Meere.

Chriſtiania d. 20ſten Febr. 1807.

Ich benutze den letzten Augenblick, um hier noch ein Wort von Ihnen zu hören, das mir wichtig iſt, ehe ich mich in Lappland verſenke. Am Ende März gehe ich nach *Drontheim;* dann nach *Salten* über den Polarkeis hinaus und nach *Alten* und *Hammerfeſt.* Um Alles willen folgen Sie nicht. Das iſt ein Klima, ein Land, um Alles von Wärme zu erſticken, die man in ſich fühlen mag. Die Schneegränze werde ich verfolgen, bis da, wo das Land aufhört.

Es hat mir hier Mühe gekoſtet, zu erfahren, wo im Sommer Schnee liegt. Deswegen reiſte

ich gleich nach Bergen über das Gebirge *Stor-Field*, über den Pafs von *Fille Field*. Dort habe ich *Sule Tind* beftiegen, den man als den höchften Berg der Gegend nennt. *Sule Tind* hat eine Höhe von 5524 par. Fufs über dem Meere.* Der ifolirte Fels war ohne Schnee, aber von grofsen Schneefeldern umgeben; diefes ift daher feiner ifolirten Lage zuzufchreiben. Berge gegen über waren das ganze Jahr mit Schnee bedeckt, weil die gröfsere Schneeausdehnung die Temperatur umher erkältet. Nach vielen Zufammenftellungen glaube ich beftimmt angeben zu können, die Schneegränze falle in 62° Breite zwifchen 5200 und 5500 Fufs oder 900 Toifen Höhe über dem Meere; aber freilich an der warmen Weftküfte Norwegens.

Ich will diefer Notiz über die Schneegränze gleich eine zweite hinzu fügen, aus den Meffungen von Lieutenant Ohlfen und Vetleffen in *Island*, welche mir Bugge in Kopenhagen mitgetheilt hat. Sie fanden den höchften Berg an der Oftfeite *Oefter Jöckull* oder *Eya Field* 5334 par. Fufs hoch, und die ewige Schneegränze an diefem Berge in einer Höhe von 2896 par. Fufs über dem Meere. *Vefter Jöckull* oder *Sne Field*, den Borda gemeffen hat, ift 4424, und der *Hekla* 4790 parif. Fufs hoch. *)

*) Diefe Beftimmungen der Schneegränzen in Norwegen und Island find von grofser Wichtigkeit. Wir finden demnach diefe Gränzen:

Diese und andere Notate werde ich an unsern Freund Gay-Lussac schicken; er mag sie verbreiten an die, welche die Sache interessirt. Nach Berlin möchte ich gerne, ehe ich nach Drontheim gehe, eine ziemlich ausführliche Beschreibung des Uebergangs von Fille Field senden, welche ich mit einem Profil zur Beurtheilung der Constitution dieses Gebirges begleitet habe, und mit einer kurzen Uebersicht des Gebirges, so

bei 0° Breite auf 2460t (Humboldt im Königreich Quito)
— 20° — — 2350t (Humboldt in Neu-Spanien)
— 45° — — 1400t (Saussure, Ramond in Europa)
— 62° — — 900t (Buch an der Westküste v. Norwegen)
— 65° — — 482t (Ohlsen in Island)

Wo berührt die Schneegränze die Erdfläche selbst? Etwa unter 75 oder 77° N. Breite? Die Abnahme von 62° bis 65° ist sehr auffallend; aber da Norwegens westliche Küste wärmer ist, als man ihrer Breite nach vermuthen sollte, so dürfte man wohl im Allgemeinen die Schneegränze bei 62° auf 750 oder 800t Höhe annehmen. Die mittlere Temperatur der Gegend, an der unter dem Aequator ewiger Schnee beginnt, scheint nach meinen Beobachtungen + 0°,3 R., also weit höher als in unserer gemäsigten Zone zu seyn, wo nach Pictet der ewige Schnee erst bei einer mittlern Wärme von — 3°,7 anfängt. Aber freilich sind diese Thatsachen noch nicht genau genug bestimmt. *Ht.*

weit ich es kenne und Nachrichten davon gesammelt habe.

Ich bin in *Hardanger* auf der Westküste Norwegens gewesen. Hier lebt zwischen himmelhohen Bergen, an einem der sonderbaren Meerbusen, die sich so tief zwischen diese Berge eindrängen, ein Prediger Herzberg, der Barometer zu machen versteht und sie auch auf Berge tragen kann. Er hat den hohen *Folge Fonden* gemessen, einen Berg, 12 Meilen lang, wie eine Ebene, wie der Buet oben, immer mit Schnee bedeckt, von dem nach Süden und Westen prächtige Gletscher ins Thal herab gehen. Die gröfste Höhe der flachen Ausdehnung ist 5432 Fufs. Dieses sonderbare Gebirge ist vom Hauptgebirge ganz getrennt, und liegt wie eine Insel zwischen *Bergen* und *Stavanger*. — Nach sehr guten meteorologischen Beobachtungen desselben Predigers Herzberg war die mittlere Temperatur am Meere dort 5°,6 R., und nach seinen vielen Beobachtungen darf man auch hier der Sauffure'schen Temperaturabnahme folgen; auf 100 Toisen 1 Grad. So kömmt die Temperatur des Anfangs der Schneegränze bei — 3°,45; das ist freilich nicht — 4°, wie in der Schweiz, aber doch eine Annäherung, die ich nicht erwartete.

Von 63° bis 58° der Breite befindet sich kein Gebirge von Bedeutung zwischen Schweden und Norwegen. Das sogenannte Sewo-Gebirge ist ein Unding; es ist eine Erfindung von Olaus Rud-

heck; der Name ſteht im Plinius, IV, 27. Das hohe Gebirge *) läuft quer von Süden nach Weſten, bis *Dofre Field*, wo *Snehättan* ſich 8000 rheinl. Fuſs erheben ſoll, nach *Esmark*; was jedoch ſchwer zu glauben iſt; vielmehr halte ich dafür, kein Berg gehe viel über 6000 Fuſs. Tannen und Fichten hören in 62° der Breite auf in 3000 Fuſs Höhe. Sonderbar iſt es, daſs man auf der Weſtſeite des Gebirges, von Drontheim bis zur ſüdlichſten Spitze Norwegens, keine Tannen fin-

*) Oder das *Gebirge Seve* (*Sevebierget*), das ſich von dem Ufer des Nordmeers an, in Oſt-Findmark, Wardöehuus gegen über, bis Röraas und den Femmunds-See ſüdlich zieht, und in dieſer ganzen Ausdehnung, von 70½ bis 63 Grad Breite, die Gränze zwiſchen Norwegen und Schweden macht. Es ſoll dann 16 Meilen weit in weſtlicher Richtung bis Romsdal, auf den Gränzen zwiſchen den Stiftern Drontheim und Chriſtiania fortgehen, und hier nach dem Hofe Dofre, der an der Südſeite im Stifte Chriſtiania liegt, *Dofre Field* genannt werden. Eine zweite Gebirgsreihe, die 12 bis 14 Meilen breit iſt, *Lang-Field* genannt, ſtreicht von hier gerade in ſüdlicher Richtung zwiſchen den Stiftern Bergen und Chriſtiania, bis in den ſüdlichſten Theil Norwegens in Chriſtianſand unter 58° Br. herab. Dofre Field trennt das ſüdliche vom nördlichen, Lang-Field das weſtliche vom öſtlichen Norwegen. Auf einer kleinen gezeichneten Skizze dieſer Gebirgszüge, in dem Briefe des H. von Buch, geht vom Gebirge Seve noch ein Arm hinter dem Femmunds-See in

det, aber wohl viel Fichtenwälder. Oſtwärts, im Innern des Landes, ſind Tannen allgemein. Dieſes iſt keine Wirkung der Temperatur; denn Tannen, wo man ſie im Weſterlande pflanzt, wie bei Voſſevangen oberhalb Bergen, kommen recht gut fort; es iſt daher in der That eine ſonderbare Vertheilung in Bäumen auf 80 deutſche Meilen Länge. Die Seeluft iſt den Bäumen nachtheilig; alle Inſeln am Weſtmeere ſind kahl; ich war auf deren vielen, auf meiner Rückreiſe von Bergen auf dem Meere um Norwegens ſüdlichſtes Cap, nach Chriſtianſand und dann nach Chriſtiania. Auch bei Friedrichshall und bei Friedrichsſtadt

der anfänglichen Richtung fort, und wendet ſich nach Schweden; Dofre Field und Lang-Field hängen auf ihr nicht zuſammen, beide trennt zwiſchen Romsdal und Guldebrandsdalen ein Thal, worin die Romsdals-elv fließt; endlich ſtreicht nach ihr das Gebirge Lang-Field nicht auf die Südſpitze Norwegens, Lindenäs zu, ſondern gerade auf Chriſtianſand, und endigt ſich in zwei Arme, zwiſchen denen Soefterdal liegt. Das *Sogne-Fiord* und das *Hardanger-Fiord* ſammt dem damit zuſammen hängenden *Söe-Fiord* endigen ſich hart am weſtlichen Abhange dieſes Gebirges; *Joſterdal* liegt zwiſchen dem Hauptgebirge und einem weſtlicher liegenden, davon abgehenden Arme; *Sule Tind* ſteht im Gebirgszuge zwiſchen beiden Fiord; und zwiſchen *Folge Fonden Field* und dem Gebirgszuge befindet ſich der Söe-Fiord, woran Odde liegt.

*Gilb.*

darf man nur erſt an Bäume denken, 4, auch wohl 6 Meilen von der See. Man ſchreibt dies der Salzluft zu; die Weſtſtürme mögen doch wohl mehr Antheil daran haben.

Es giebt im ſüdlichen Theile von Norwegen, (bis Drontheim hinauf,) vorzüglich drei ſehr ausgedehnte Stellen, die mit Schnee bedeckt ſind und von denen *Gletſcher* herab gehen. Die Lage dieſer drei Punkte iſt ſonderbar: *Snehättan* am Dofre-Field iſt der letzte Abſturz in der Richtung des Gebirges; der äuſerſte Punkt. An andern Stellen iſt dort von ewigem Schnee nicht die Rede; Schneeflecke giebts wohl. Dann hört das Gebirge plötzlich auf; von Romsdal nach Guldbrandsdalen hat man kaum 1600 Fuſs hoch zu ſteigen. Von dort aus aber fällt Stor-Fieldet nicht wieder ſo tief. Doch überall auf der Länge ſind keine Gletſcher, oder doch nur, wie man ſie bei Airolo ſieht, an den Bergen, die dem Gotthard gegen über ſtehn. Aber die hohen *Joſterdaler Berge*, (wo ich war,) ſind ganz vom Hauptgebirge getrennt, und in Joſterdalen gehen meilenlange Gletſcher herunter; prächtige Maſſen, wie der Rhone-Gletſcher und der Glacier des Bois. Dieſe Joſterdals-Gletſcher, (Bräer im Lande genannt,) ſind auch, zum wenigſten im Bergenſtift, ſehr bekannt; ich habe Zeichnungen davon. *Folge Fonden* liegt noch mehr abgeſondert zwiſchen Hardanger Fiord und Söe Fiord. Von Odde nach Hakre ſteigt man nicht über 500 Fuſs. — Die Weſtſeite dieſes Ge-

birges, das doch faſt überall ſich in einer Höhe zwiſchen 4000 und 5000 Fuſs erhält, hat eine auffallende Aehnlichkeit mit der Südſeite der Alpen. Eben die tiefen Thäler; und denkt man ſich die Thäler von Domo Doſſola und Chiavenna und die Levantine mit Waſſer angefüllt, ſo hat man daſſelbe, was hier die Fiorde ſind.

Im *Nordlande* iſt auch nicht das ganze Gränzgebirge mit *Schnee* bedeckt, ſondern ſind es nur einzelne Punkte. Vor *Salten* unter dem Polarkreiſe giebt es wenig Gletſcher. Dort fängt aber eine Reihe von Schneebergen an, mit dem ſüdlichen *Sulitjelma*, die bis zum *Ridatjok* über 68° fortgehn. Die beiden bedeutendſten Berge unter dieſen Schneebergen ſind *Tulpajäknu* zwiſchen Quikjock in Schweden und Folden Fiord; und *Letnavardo* am Urſprung des Luleå Träsk; beide ſind ihrer Gletſcher wegen bekannt; beide hoffe ich zu beſteigen. Am Torneå Träsk ſind noch einige Schneeberge und über dem Longen-Fiord gen Alten hin; dann aber befinden ſich keine mehr in der Kette. Am weiſsen Meere und zwiſchen Finnland und Sawolax ſcheint es, gehe, ungeachtet der niedrigen Temperatur, das Gebirge doch nirgends bis zur Schneegränze herauf. Ramond hat geäuſsert, er zweifle an Gletſchern in hohen Breiten, weil dort nie genug Schnee ſchmelzen könne, um Gletſcher zu bilden; dieſes iſt aber eine zu arge Vorſtellung von Lapplands Kälte: — oder vielmehr von der von Findmarken;

denn so nennt man hier allgemein Lappland, so wie die Lappen, Finner, und die eigentlichen Finnländer, Quäner. Eine Menge von den letztern, durch Czar Peter's Kriege vertrieben, wohnen jetzt an Lapplands Seeküsten und bauen das Land. In *Alten* unter 71° Breite wächst Fichten-Waldung nicht als Seltenheit hier und da, sondern zum Bedarf der Einwohner zu Blockhäusern, zu Booten und zum Brennen; das ist also ungefähr, als lebte man in Chamouny! — Zwischen *Alten* und der Stadt *Hammerfest*, der nördlichsten Stadt in der Welt, liegt eine Insel, *Sejlandt*, welche bis in die ewige Eis-Region aufsteigt; da will ich hin. So wird eine ganze Reihe über Temperatur-Abnahmen beendigt werden, und sie soll wohl Früchte tragen, wenn geschickte Hände sich ihrer annehmen.

Ich habe in Bergenstift unglaublich vom *Regen* ausgestanden. Die Stadt Bergen ist auch des Regens wegen bekannt. Der Rector Ahrentz in Bergen hat mir Beobachtungen über die dasige Regenmenge gegeben, die er mit Sorgfalt angestellt hat. Sie stehen schon in *Copenh. Selskabs Skrifter, XI Bind.* Die Beobachtungen verdienen gekannt zu seyn. Es fiel

im Jahr: 1765; 1766; 1767; 1768; 1769; 1770;
Regen: 64″,58; 76″,3; 91″,65; 58″,66; 69″,3; 63″,8;

im Mittel also im Jahre 70″,48 pariſ. Regen.

Dieses übersteigt fast die Tropenklimate. In Guayaquil fallen, nach H. v. Humboldt, auch nicht mehr als 90 Zoll. Etwas ähnliches in Europa ist

mir nicht bekannt. In Fçanecker fallen 28″,5 par., an Englands Weſtküſte in Kendal 60″,5 par., und am Miſſiſippi in 31°28′ Breite 40″,14 par. Allein dieſe Menge Regen iſt auf einen kleinen Raum um *Bergen* beſchränkt; drei Meilen davon regnet es weniger, obſchon, wie natürlich, an der Weſtküſte von Norwegen überhaupt mehr als in andern Ländern.

Es ſind in dieſem einfachen Phänomene des Regens Geheimniſſe verborgen, von denen wir, denke ich, recht groſse Aufſchlüſſe in der Meteorologie erwarten könnten, wenn ſie enthüllt würden. Daſs der Regen ſo *nahe am Boden* ſich ſo unverhältnifsmäſsig vermehrt, ſcheint ganz unerklärbar. Hr. Bugge in Copenhagen ſetzte ein Hyetometer in ſeinen Garten, 50 Fuſs von Häuſern und Bäumen entfernt; ein anderes auf das Obſervatorium, 120 Fuſs höher. Auf einem pariſer Quadratfuſs fing er auf

| | Im Garten. | Auf dem Obſervat. | |
|---|---|---|---|
| 1783 in 7 Monaten | 1250 | 951 | pariſ. Kubikzoll |
| 1784 im ganzen Jahr | 2468 | 2104 | |
| 1785 — — — | 2804 | 2274 | |
| 1786 — — — | 2671 | 1912 | |
| 1787 — — — | 2985 | 2193 | |
| 1788 in 6 Monaten | 944 | 630 | |

S. *Nye Samling af Kiöbenhavn Videnſk. Selskabs Skrifter, Bind II*, 227.

Daraus ſchlieſst Bugge, daſs man den Beobachtungen auf dem Obſervatorio, wo ſie gewöhnlich geſchehen, immer $\frac{1}{3}$ zuſetzen müſſe, um ſie auf den

Boden zu reduciren. Er greift nach Erklärungen von beſchleunigtem Falle der Tropfen, dann von electriſcher Abſtoſsung in der Höhe; das alles will theils nicht ausreichen, theils iſt es unbefriedigend. Heberden's Erfahrungen ſtanden bisher als eine Curioſität in den Lehrbüchern; möchten ſie es doch nicht länger bleiben! Wie leicht iſt der Verſuch nicht zu machen, z. B. in Berlin auf dem Obſervatorio und in einem Garten! Wie iſt das Verhältniſs in verſchiedenen Höhen? Wie bei verſchiedenen Temperaturen? Wie auf Bergen, die unmittelbar über der Ebene ſtehen? — Ich habe den Pred. Herzberg dringend aufgefordert, darüber Erfahrungen zu ſammeln. Er hat dieſes mit Eifer ergriffen, und will ſogleich im Frühjahr einen Regenmeſſer auf den Gipfel des Revilds Eggen, und mehrere am Abhange herunter aufrichten. Die ſenkrechte Höhe dieſes Berges über dem Söe Fiord, an deſſen Ufer er wohnt, haben wir zuſammen im vorigen Herbſte 4220 Fuſs gefunden, und doch iſt der Gipfel nicht $\frac{1}{4}$ Meile in der Grundfläche vom Meere entfernt.

An der ganzen Weſtküſte von Norwegen kennt man kein *Gewitter* im Sommer; ſie kommen alle im Winter, und mit Weſtſtürmen. Sie ſind ſtark auf den Inſeln, welche das Meer unmittelbar berühren; im Innern der Fiorde ſind ſie ſchwächer. Iſt die Urſache dieſer Gewitter nicht offenbar der Waſſerdampf, der ſeine hohe Temperatur, mit welcher er von temperirten Climaten her das Land erreicht,

erreicht, über dem kältern Lande verliert und nun als Wolken hervor tritt; dadurch wird im Winter die Electricität so schnell entbunden; im Sommer ist diese Temperaturdifferenz nicht vorhanden. Ich habe doch in Ulensvang, (in Hardanger in 60° Breite am Söe Fiord,) ein Gewitter gesehen; es waren einige Schläge, und die Wolken zogen hoch über Folge-Fonden hin, also wohl 6000 Fuss hoch, und das noch im October!! Dieses Gewitter war auf Bommel Ö und in Quindherred fürchterlich gewesen. Der Dampf war dort hervor getreten.

Der vortreffliche Bugge war fast unzufrieden, als ich ihm sagte, Pilgram in Wien wolle aus Copenhagener Beobachtungen erweisen, dass der mittlere Barometerstand am Sunde nur 28 Z. 1 Lin. sey. Er hat mir einen Auszug aus der langen Reihe der Beobachtungen auf der Copenhagener Sternwarte, mit correspondirenden Instrumenten, mitgetheilt. Nach diesem war der Mittelstand

| | | | |
|---|---|---|---|
| von 1768—1778 | 28 Zoll | | |
| 1778—1788 | 28 — | 0,9 | Lin. paris. |
| 1788—1798 | 28 — | 1 | |
| Aeltere: 1750—1756 | 28 — | 0,1 | |
| 1756—1760 | 28 — | 0,7 | |
| 1760—1765 | 28 — | 1 | |
| 1765—1768 | 28 — | 0,2 | |
| Mittel | 28 — | 0,55 | |
| Hierzu Höhe des Obfervatoriums über dem Meere 132 rheinl. Fuss | | 1,66 | Lin. |
| Mittlere Barometerhöhe | 28 Zoll | 2,21 | Lin. |

*Deux années d'observations ne peuvent suffire*, sagt Bugge, *pour déterminer la hauteur moyenne du baromètre. On a vu cette hauteur moyenne s'arreter à l'Observatoire à* 27 *p.* 11,5 *lin. en* 1751, 55, 65, 70, 75, 89, *et dans les années* 1761, 62, 66, 90, 93, 95, 96, *on l'a observée à* 28 *p.* 1,2 *lin.*

Hrn. Herzberg's Beobachtungen am Hardanger Fiord bei Bergen sind genau, seine Barometer gut, sein pariser Maafs gut. Nach diesen war die mittlere Barometerhöhe im Jahr

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1798 | 27 | Zoll | 9,6 Lin. |
| 1799 | 28 | — | 0,2 |
| 1800 | 27 | — | 10,1 |
| 1801 | 27 | — | 11,5 |
| 1802 | 27 | — | 10,7 |
| 1803 | 27 | — | 11,9 |
| | 27 | — | 10,82 |

Hierzu für 68 Fufs Erhöhung über dem Meere 0,8

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 27 | Z. | 11,63 Lin. |
| 1804 | 27″ | — | 11‴,8 |
| 1805 | 27 | — | 11, 9 |
| 1806 | 27 | — | 11, 6 |
| | 27 | — | 11,76 |
| Für 24 Fufs Erhöhung | — | — | 0,3 |
| | 28 | Zoll | 0,06 Lin. |

Mittel in 9 Jahren 27 Zoll 11,85 Lin.

Van Swinden sagt in seinen *Posit. phys.*, Pars 2, der mittlere Stand des Barometers sey von 1735 bis 1780 bei Haarlem beobachtet worden auf 28 Zoll 0,356 Lin., und in Franecker in 10 Jahren auf 28 Zoll 0,756 Lin.; und das will er als des

mittlern Barometerſtand am Meere angeſehn wiſſen. Nach Dalton's fünfjährigen Beobachtungen war in Kendal, in Lancaſhire, die mittlere Höhe des Barometers auf den Meeresſpiegel reducirt 28 Zoll 0,235 Lin. Es iſt gar wohl möglich, daſs über dem atlantiſchen Meere und deſſen Küſtenländern die Atmoſphäre im Mittel weit niedriger iſt als über dem feſten Lande, wegen ſtets darüber hinlaufender Süd- und Weſtwinde, die wärmen. Petersburg und Archangel haben beträchtliche mittlere Barometerhöhen; deswegen ſteht doch die Oſtſee und die weiſse See im Gleichgewicht mit der Nordſee, oder der Weſtſee, wie man hier ſagt. Im adriatiſchen Meere iſt die mittlere Höhe 28 Z. 2 Lin. ſo gut erwieſen, als hier kaum 28 Zoll. Die ganze Luftſäule über dem atlantiſchen Meere bildet eine Furche in der Atmoſphäre. Die Sache der mittlern Höhe ſcheint daher nichts weniger, als abgemacht, und in vieler Hinſicht der Unterſuchung werth zu ſeyn. *)

*) „Die Sache wegen der mittlern Barometerhöhe am Meere iſt von Wichtigkeit:" ſo urtheilt Hr. von Humboldt in dem Briefe an mich, mit dem er dieſes Schreiben ſeines Freundes des Herrn von Buch begleitet; und wen würde der Leſer über einen Gegenſtand dieſer Art lieber hören, als ihn? — „Wo conſtante warme Winde wehen, kann allerdings das Barometer im Ganzen genommen niedriger ſtehen, als wo dieſes nicht der Fall iſt; z. B. da, wo es über unſerm Haupte einen ähnlichen Strom, (Fluſs warmer

Nehmen Sie diese Nachrichten, wenn Sie Ihnen interessant genug scheinen, als ein Zeichen meiner Anhänglichkeit und Zuneigung auf. Vermag ich doch nicht, sie Ihnen auf andere Art zu beweisen, und nie so sehr, als ich wünschte. Meine Adresse ist hier, bei dem General-Lieutenant v. Wackenitz. Versagen Sie mir nicht einige Zeilen. *Leopold von Buch.*

Luft,) geben sollte, wie der Gulphstream im atlantischen Oceane. Eine eigentliche *Furche* ist des Gleichgewichts wegen unmöglich. Aber — ich fürchte, dass die Verschiedenheiten in der Barometer-Construction mit Einfluss haben, da es hier auf absolute Höhen ankömmt. Ob es ein Heber- oder Gefäss-Barometer ist, die Weite der Röhre, das spec. Gewicht des Queckssilbers, die Güte des Auskochens, das Maass u. s. f.; die mittlere Temperatur, auf die man die Barometerhöhe reducirt, die Stunden, an welchen man beobachtet; alles das kömmt hierbei in Betrachtung. Sollten so z. B. an einem Orte alle sehr niedrige Barometerstände zwischen 2 und 4 Uhr Nachmittags eintreten, und man beobachtete nie in dieser Zeit, so erhielte man die mittlere Barometerhöhe zu gross. Darin liegt viel Unbestimmtes. Wunderbar ist es indess doch immer, dass an Orten, wo man genau beobachtet, die mittlern jährlichen Barometerhöhen in 9 Jahren nicht um mehr als 1 Linie variirten. Ich lege Ihnen das Blatt Genfer Beobachtungen bei, damit Sie sich selbst davon überzeugen können." So weit Hr. von Humboldt. Diese Beobachtungen künftig. *Gilb.*

# VI.

## AUSZUG AUS EINEM BRIEFE

von

Herrn Rich. Chenevix,
Esq., Mitgl. d. Londn. u. Dubl. Soc.,

*an den Prof.* Gilbert.

München im Oct. 1806.

Ich bin Ihnen sehr verpflichtet für die Art, wie Sie bei meinem Bemühen, Thorheiten in den Wissenschaften zu rügen, mir behülflich gewesen sind; und ich rechne auf Sie auch für die Zukunft. Nicht dass ich mit irgend jemand und am allerwenigsten mit den Transcendentalisten einen litterärischen Krieg zu führen gedenke; nur auf einige Streifzüge durch das Reich der Phantome ist es abgesehn.

Zu der Zeit, als Sie mir die Ehre erzeigt haben, meine verschiednen Aufsätze über Gegenstände dieser Art zu übersetzen, *) dachte ich

*) Kritische Bemerkungen, Gegenstände der Naturlehre betreffend, geschrieben während seines Aufenthalts in Deutschland, von Richard Chenevix. Deutsch bearbeitet, und mit einigen Zusätzen von L. W. Gilbert, Halle 1805, 86 S. 8. Einzeln abgedruckt aus diesen Annal., XX, (1805, St. 8,) 417. *Gilb.*

nicht, dafs ich je wieder ähnliche würde fchreiben können. Ich habe feit einem Jahre zu Lande und zu Waffer alles mögliche Mifsgefchick erlitten. Auf meiner Reife durch Ungarn traf ich in *Temeswar* mit dem Ritter D'Ocariz zufammen, der als fpanifcher Gefandter nach Conftantinopel ging, und den ich von Paris her kannte. Ich benutzte diefe Gelegenheit, Conftantinopel zu fehen, um fo lieber, da ich, der Jahrszeit nach, einen Monat dort hätte zubringen, und doch noch zeitig genug nach Ungarn zurück kommen können, um alles zu fehen, was ich wünfchte, und dann den Winter in Wien zu verleben. Das Schickfal hatte es indefs anders befchloffen. In einem bulgarifchen Dorfe, *Sumlow*, das zwifchen *Rustczuk* und *Warna* liegt, fanden wir uns unfere 17 krank, und darunter auch Hr. D'Ocariz. Wir liefsen den berühmteften Arzt hohlen; es war ein fehr gelehrter Jude und Arzt des fchrecklichen Terfenigli. Salz zum Purgiren hatte er nicht, er wollte uns aber Pillen geben, die wir nicht mochten. Da indefs unfer Uebelbefinden zunahm, und die Leute des Landes uns verficherten, fie nähmen feit undenklicher Zeit kein anderes Mittel gegen Alles, liefsen wir uns endlich überreden. Ihre purgirende Wirkung war fchrecklich; am Abend fiel ich in ein Fieber mit heftigem Phantafiren, welches die folgenden Tage hin anhielt. Herrn D'Ocariz warf ein andres Mittel augenblicklich in die gröfste Schwäche, un

er ſtarb am achten Tage, den 27ſten Sept. 1805, zu Warna, in einem Zimmer, welches von dem meinigen nur durch eine halb offne Bretterwand getrennt war. Von dem Augenblicke an lag ich ohne Bewuſstſeyn. Ein Bedienter, der öſtreichiſcher Compagnie-Chirurgus geweſen war, gab mir in dieſem hoffnungsloſen Zuſtande Kampher; dieſer bewirkte zwar eine günſtige Criſis, meine Schwäche blieb aber ſo groſs, daſs, als ich, um die übrigen nicht länger aufzuhalten, mich am eilften Tage unter dem gröſsten Leiden auf das Schiff tragen lieſs, ich jeden Augenblick den Tod erwartete.

Wir hatten drei Schiffe; das unſrige war $\frac{1}{4}$ St. zurück, als wir nach einer Fahrt von 18 Stunden den Eingang des Bosporus entdeckten. Wir ſahen die beiden vordern Schiffe einlaufen; in demſelben Augenblicke aber trat zwiſchen uns und das Land eine Wolke, gerade ſo, als wenn man auf dem Theater den Vorhang herab läſst, und ein fürchterlicher Wind trieb uns in das offne Meer zurück, wo wir als ein Spiel der Wellen umher getrieben wurden. Denn weder die Türken noch die Griechen verſtehen die Schifffahrt; ſie fingen an zu beten und zu weinen; ihre Bouſſole befand ſich in der Nähe von Eiſen, und ſie wuſsten nicht ſich ihrer zu bedienen. Wir waren in einer ſchrecklichen Lage, als wir uns am andern Tage an der aſiatiſchen Küſte der Stadt *He-*

*raklea* gegen über befanden. *) Selbſt noch, als wir in den Hafen einliefen, ſtieſsen wir gegen die andern Schiffe, riſſen Maſten und Segel ab, und verloren zwei von unſerm Gefolge, welche ein Schiff mit fortnahm, das durch uns losgeriſſen und ins offne Meer getrieben wurde. Wir fanden endlich gegen das ſchreckliche Wetter in der griechiſchen Kirche Schutz, und bei dem Popen ein Nachtlager. Es gab hier kein anderes Trinkwaſſer, als purgirendes, und dieſes griff mich bei meiner Schwäche ſo gewaltig an, daſs ich zwei Tage ohne Lebenszeichen lag, und daſs man mich völlig aufgab. Erſt nach neun Tagen konnten wir uns wieder einſchiffen, um die reitzenden Gefilde von Heraklea zu verlaſſen, die mit allen den duftenden Blumen bedeckt ſind, welche Milton im glücklichen Arabien ſucht, und deren Früchte alle andere übertreffen.

Wir gelangten zum zweiten Mahl bis an den Eingang des Bosporus; zum zweiten Mahle trieb uns der Sturm zurück, und wir blieben vier Tage lang ein Spiel aller Winde. Die ſechs Pferde der Geſandtin, welche ſich am Bord befanden, wurden dabei ſo unbändig, daſs wir befürchten muſsten, das Schiff werde ihnen nicht lange widerſtehen können, und doch hatten wir nichts, weder um ſie zu tödten, noch um ſie über Bord zu werfen; alle Lebensmittel und alles

*) Oder *Eregli* im Innern eines Meerbuſens, 3° öſtl. von Conſtantinopel. *Gilb.*

Wasser waren aufgezehrt; der Kapitän wuſste nicht, wo er war, und getraute ſich nicht, während des Sturms ſich dem Lande zu nähern. Wir zogen indeſs jede andere Gefahr dem gewiſſen Untergange vor, der uns vor Augen ſchwebte, und nöthigten ihn, auf die Küſte zu laufen; und das zu unſerm groſsen Glück, denn wir hatten nur eben noch Zeit, uns auf die Felſen zu retten, und das an demſelben *Heraklea*, das wir vier Tage zuvor verlaſſen hatten, und das nicht von Einem der Matroſen war wieder erkannt worden. Nach ſo vieler überſtandner Noth befanden wir uns bei den gebratnen Kaſtanien, den Waſſerſuppen und dem elenden Trinkwaſſer unſers guten Popen ſehr glücklich.

Der Landweg von Heraklea nach Conſtantinopel war durch Räuberbanden allzu unſicher, und in unſerm vorigen Schiffe lieſs ſich die Reiſe nicht fortſetzen. Wir nahmen daher kleinere Schiffe, die gerudert wurden, um dicht an der Küſte hin zu fahren. Am zweiten Tage nach unſerer Abfahrt wurden wir bei *Zaharia*, einem wüſten und ruinirten Dorfe, an das Land geworfen. Einer unſrer Leute entdeckte hier ein Complot, welches Räuber gemacht hatten, uns zu ermorden, und die Wachſamkeit des Aga rettete uns. Zum vierten Mahle erlitten wir Schiffbruch zu *Chila*, 8 Stunden von dem Eingange in den Bosporus. Endlich gelangten wir am 29ſten Oct. 1805 nach Conſtantinopel.

Was ich dieſe 27 Tage über gelitten habe,

überſteigt alle Vorſtellung. Es blieb mir acht Monate über eine ſolche Schwäche der Eingeweide, daſs ich täglich zwölf Mahl und mehr laxiren muſste, und mich nicht aufrecht erhalten konnte, und ich verfiel in ein intermittirendes Fieber, das eilf Monate anhielt, und wovon ich faſt alle Varietäten gehabt habe, unter andern die *tertiana ſoporoſa*, von der ein Anfall 18, und ein anderer 15 Stunden dauerte. Erſt nachdem ich durch Ungarn nach Wien zurück gekommen war, erlangte ich meine Geſundheit wieder. Kurze Zeit nach unſerer Ankunft in Conſtantinopel ſtarb ein Kutſcher des Hrn. D'Ocariz an den Folgen deſſelben Vorfalls. Herr D'Ocariz war der tugendhafteſte Diplomatiker ſeiner Zeit. Nichts läſst ſich mit ſeinem Betragen bei dem Prozeſſe und nach dem Tode des unglücklichen Ludwigs des Sechzehnten vergleichen. Beim Sterben trug er mir auf, ſeine Gemahlin nicht eher, als wenn ſie an völlig ſicherm Orte ſeyn würde, zu verlaſſen, und aus dieſem Grunde werde ich ſie über Paris nach Madrit begleiten.

Während ich in der Türkei war, und für todt gehalten wurde, hat man mir in Deutſchland auf eine beleidigende Weiſe den Krieg gemacht, und nur Sie haben mich vertheidigt..... Sehen Sie ſich vor, mein werthеſter Herr, daſs man nicht in dieſer Welt einen negativen Menſchen ſuche und in Ihre Nähe führe, um Sie beide mit einander verſchwinden zu machen, wie man das mit

dem + und — thut, und wie es die Tranſcendentaliſten mit der geſammten Materie thun zu können behaupten. Iſt ihr Syſtem des Dualismus wahr, ſo müſſen wir in der That alle für uns fürchten; denn wahrſcheinlich werden ſie in ihrem Syſteme den Tranſcendentaliſten ausſchlieſslich das Vermögen vorbehalten, die poſitiven und die negativen Menſchen zu erkennen, und ſo einen mit dem andern bis auf die letzte Spur auszurotten. Hoffentlich wird es wenigſtens im Paradieſe keine poſitiven und negativen Seelen geben; die Engel, welche aus der tranſcendentalen Schule kommen, möchten uns ſonſt wohl gar unſre Rechte an die ewige Seligkeit escamotiren.

In einer Abhandlung über einige mineralogiſche Gegenſtände habe ich die Syſteme der Herren Werner und Hauy mit einander verglichen, und ich geſtehe Ihnen, ich bin für das letztere. Daſs man in Sachſen wünſche, die Mineralogie ſo gelehrt zu ſehen, wie ſie der Bergmann braucht, iſt ſehr natürlich; dieſes führt aber zu einem methodiſirten Empirismus, der nicht die Wiſſenſchaft iſt. Für den Bergmann iſt die Methode Hauy's nicht; warum will man aber dem Naturforſcher die Mittel entziehen, auf ſeinem Zimmer unſere Kenntniſſe zu fixiren? In der Wiſſenſchaft iſt es mehr werth, ſicher, als ſchnell zu beſtimmen. — —

# VII.

## AUSZUG AUS EINIGEN BRIEFEN des Herrn Prof. Maréchaux.

München den 25. Jan. 1807.

Die Verſuche, welche ich Ihnen über meine ſo genannte trockne Säule zugeſchickt habe, ſind alſo in den Kriegsunruhen verloren gegangen. Sie ſollten gegen die galvani'ſche Geſellſchaft in Paris beweiſen, daſs dieſe Säule dem Waſſer allein ihre Thätigkeit verdanke. Auf den ähnlichen Aufſatz unſers gemeinſchaftlichen Freundes Erman, haben Sie meine Erwartung geſpannt; ich will gern von ihm Belehrung annehmen. Es war endlich Zeit, daſs ſeine Verdienſte um die Lehre von der Electricität ein Mahl recht laut anerkannt wurden, und ich glaube nicht, daſs ein Phyſiker neben ihm auftreten kann, der den Pariſer Preis ſo ſehr verdient hätte, als er. . . . . .

Herr Akademicus Ritter hat hier eine Arbeit übernommen, von der man die Früchte mit Ungeduld erwartet. Sie betrifft etwas, das ich nicht bezeichnen kann, weil ich es nicht kenne, und das, wie es ſcheint, auf ſo etwas wie thieriſcher Magnetismus hinaus kömmt. Campetti, ein Italiäner, den Hr. Ritter hierher geführt hat, nachdem er ſich an Ort und Stelle von deſſen wunderbaren Fähigkeiten überzeugt zu haben glaubte, iſt der Gegenſtand ſei-

ner Verſuche. Seine Abſicht ſcheint zu ſeyn, uns mit Einem Mahle durch die Reſultate zu überraſchen; es ſind nur ſehr wenige, mit denen er die Kräfte dieſes Campetti abwägt, und ich bin dabei noch nicht zugegen geweſen. Es gehört in der That viel Muth dazu, ſich mit einem Gegenſtande dieſer Art von neuem zu beſchäftigen; daſs ich ihn nicht gehabt hätte, geſtehe ich gern. Campetti ſoll ein zweiter Bench, und noch empfindlicher, (verzeihen Sie, wenn ich wie von einem Electrometer ſpreche,) als der Abt Fortis ſeyn, von dem man doch ſagt, daſs er in dieſer Kunſt ſtark ſey.

Hr. Ritter hat bei Volta einen Beſuch abgeſtattet. Dieſer vortreffliche Phyſiker bereitet eine Arbeit vor, welche Coulomb's Verſuche entkräften, und deſſen Geſetz umſtoſsen ſoll, daſs electriſche Anziehung und Abſtoſsung zunehmen, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen. Nach Volta ſtehn beide im umgekehrten einfachen Verhältniſſe der Entfernungen; und dieſes hofft er durch electrophoriſche Verſuche zu beweiſen; eine Arbeit, auf die jeder begierig ſeyn muſs.

Man ſcheint die Abſicht zu haben, zu verſuchen, ob Ihre ſchätzbaren Annalen der Phyſik nicht möchten zu verdrängen ſeyn. Den Geiſt, der in denſelben herrſcht, wird man indeſs ſo leicht nicht aufzufaſſen wiſſen, und ſchon dieſes ſcheint mir die ungeſtörte Fortdauer derſelben zu verbürgen.*)

*) Es wird hinreichend ſeyn, hierbei den Leſer auf die Vorrede zu Band 24 zu verweiſen. *Gilb.*

München den 8ten März.

— — Die Herren Franz Bader, Schelling und Ritter arbeiten, so heifst es, gemeinschaftlich, um die Kräfte des Campetti zu erforschen; von den als Physikern und Chemikern hier angestellten Männern ist bis jetzt niemand zu den Versuchen zugezogen worden, weder Sömmering, noch von Moll, noch Imhoff, noch Juch, noch ich; wohl aber andere, die gerade nicht in diese Wissenschaften eingeweiht sind. Ich für meinen Theil glaube, dafs Hr. Ritter entweder die Absicht hat, uns durch die unerwartetsten Resultate zu überraschen, oder, falls die Versuche anders ausfallen sollten, als er hofft, uns den ungünstigen Urtheilen des Publicums nicht auszusetzen. Einer meiner Freunde erzählt mir, Herr Schelling habe in seiner Gegenwart Versuche angestellt, die sehr auffallend wären: mathematische Figuren, die er auf die Spitze seines Fingers stellte, bewegten sich darauf, bis sie ihren wahren Meridian fanden. Sie sehn, die Wunder vervielfältigen sich um uns; nachdem man sie aus der Theologie verbannt hat, flüchten sie sich unter den Schutz der Philosophie.

München den 28sten März.

Sie bekommen hierbei das Resultat meiner Versuche über die Nothwendigkeit der Feuchtigkeit, als dritten Elementes der Voltaischen Säule. Campetti ist noch immer hier; von den mit ihm

angeſtellten Verſuchen hört man nichts; nur „daſs er durch ein mäſsiges keuſches Leben ſeine Kraft wohl bewahren müſſe," und daſs er ſich oft irre, wenn er die Art der Metalle errathen will. Auch vereinigen ſich jetzt mehrere in der Ausſage, man finde in dieſen Verſuchen nichts conſtantes. Der thieriſche Magnetismus ſoll auch durch andere Körper hindurch wirken, z. B. durch Tiſchplatten. Und, merken Sie ſich: Wenn Sie einen Ring oder Würfel an einem Zwirnsfaden über einem runden Stück Metall ſchwebend halten, ſo ſchwingt er im Kreiſe; wenn dagegen viele Metallſcheiben der Länge nach an einander gereiht ſind, ſo geſchieht das Schwingen nach der Richtung dieſer Stücke, voraus geſetzt, daſs ſie von Süden nach Norden liegen, oder von Oſten nach Weſten. Und ſo erräth der Ring, *wie* Metallſtücke in einem Tiſchkaſten liegen, wenn man den Ring über der Tiſchplatte ſchwebend hält. — — *)

*) Vor kurzem erhielt ich von einem Freunde ein *Morgenblatt für gebildete Stände* zugeſchickt, worin die Verſuche im Detail beſchrieben werden, welche die hier genannten Herren mit Andacht und Glauben angeſtellt haben. Sie ſind zu merkwürdig, als daſs ich ihnen nicht einen Platz in den Annalen einräumen ſollte; und täuſche ich mich nicht, ſo wird ſich in einem Commentar darthun laſſen, daſs das Ganze ein würdiges Gegenſtück zu der neuen electriſchen Kraft iſt, welche Herr Prof. Schelver vor einigen Jahren entdeckt hat, als er auf bepuderten Glasſcheiben zwiſchen Puder und Glas einen feinen Strahl im Zickzack langſam fortſchreiten und regellos ſich durchkreuzen ſah; (Voigt's

Seit kurzem ſoll man, wie ich höre, anfangen, von der Idee eines thieriſchen Magnetismus zurück zu kommen, und in den Phänomenen bloſse Electricität finden; vielleicht eine günſtige Wendung, der Sache das Wunderbare zu benehmen.

*Magazin*, B. 4, S. 1, und *Journal par* van Mons, Vol. 1, p. 337, wo Hr. Ober-Bergrath Reil Herrn van Mons unter andern Entdeckungen auch folgende meldet: *En ſaupoudrant un carreau de verre de poudre d'amidon, il ſ'excite un courant lent d'électricité, qui ſe propage pendant pluſieurs jours en parcourant le carreau ſous forme de zigzag;*) — von welcher neuen electriſchen Kraft der Wegebau-Inſpector Hr. Sartorius, ſpäterhin, (*ebend.*, B. 10, S. 454,) darthat, daſs ſie in einer *Milbe* beſtehe, welche den Puder friſst und aufwühlt. *Gilbert.*

## VIII.

(*Hamb. Correſp. 4ten April* 1807.)

Bremen den 2ten April.

„Am 29ſten März entdeckte Dr. Olbers abermahls einen ſich bewegenden Stern, im nördlichen Flügel der Jungfrau, den man mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit für noch einen neuen, der Ceres, Pallas und Juno ähnlichen *Planeten* halten kann. Es war am 29ſten März $8^{U}$ 21′ Ab. mittl. Zeit, die grade Aufſt. 184° 8′, die nördl. Abweich. 11° 47′. Am 1ten Apr. $9^{U}$ 50′ Ab., gr. Aufſt. 183° 28′; nördl. Abw. 12° 5′. Im Fernrohre war der neue Planet von einem Fixſterne durch ſein Anſehen nicht zu unterſcheiden; bei recht heiterer Luft und einiger Aufmerkſamkeit erkennt man ihn eben mit bloſsen Augen als einen Stern 5ter bis 6ter Gröſse.“

Druckfehler. S. 172, Zeile 7 von oben, leſe man *Zinnober* ſtatt *Spieſsglas*.

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, VIERTES STÜCK.

## I.

### *Ueber die Verwandtschaften der Körper zum Lichte; und insbesondere über das Brechungsvermögen der verschiedenen Gasarten,*

von

den Herren Biot,

Prof. am Coll. de France und Mitglied des National-Institute,

*und*

Arrago,

Secretär des Längen-Büreau.

*Frei bearbeitet und erläutert von* Gilbert. *)

Die Verfasser zeigen in einigen vorläufigen Betrachtungen, wie vortheilhaft es ist, wenn man die

*) Nach einem Auszuge, der dem Herausgeber der *Bibliotheque Britannique*, mit welchem Herr Biot in freundschaftlichen Verhältnissen steht, über-

Grundeigenſchaften der verſchiedenartigen Körper erforſchen will, dieſe Körper im luftförmigen Zuſtande zu unterſuchen. In dieſer Geſtalt erſcheint eine Subſtanz auf die allereinfachſte Weiſe, und iſt Gegenſtand dreier verſchiedener Wiſſenſchaften, der Phyſik, der Chemie und der Aſtronomie.

Es iſt bekannt, daſs das Licht, wenn es aus Einem durchſichtigen Mittel in ein Anderes übergeht, welches in der Dichtigkeit, oder in ſeiner chemiſchen Natur von dem erſtern verſchieden iſt, von ſeinem Wege abgelenkt wird. Man bezeichnet dieſes Phänomen in der Phyſik und in der Aſtronomie mit dem Namen der *Strahlenbrechung (Refraction)*. Newton hat dargethan, daſs dieſe Veränderung in der Richtung des Lichtſtrahls von einer Anziehung herrührt, welche die Körper auf die kleinſten Theilchen des Lichtes äuſsern, und daſs dieſe Anziehung nur in ſehr kleinen Entfernungen wirkt,

ſchickt worden war, und den man im *Mai*- und *Juniusſtück* dieſer Zeitſchrift findet. Dürfte gleich der Phyſiker das ganze Detail der überraſchenden und ſehr wichtigen Verſuche vor Augen zu haben wünſchen, ſo ſcheinen doch die Verfaſſer ſelbſt der Meinung geweſen zu ſeyn, durch die folgende Darſtellung die Freunde der Naturkunde mehr zu intereſſiren. Dieſes, und der Wunſch, den Leſern eine genauere Kenntniſs einer der meiſterhafteſten phyſikaliſchen Arbeiten nicht allzu lange vorzuenthalten, haben mich beſtimmt, die Mittheilung dieſes Auszugs nicht länger in Erwartung des Originals zu verſchieben. *Gilb.*

wodurch sie den chemischen Verwandtschaften sich ausserordentlich nähert. Eine der Hauptabsichten der Herren Biot und Arrago bei dieser ihrer Arbeit ging dahin, zu erforschen, wie die Ablenkung, welche der Lichtstrahl durch verschiedene Gasarten erleidet, mit der chemischen Natur dieser Gasarten zusammen hängt; sie hofften, das so äusserst feine Element werde ihnen als eine Art von Reagens für luftförmige Körper dienen können, ist anders diese Vergleichung mit den Reagentien der Chemiker für Flüssigkeiten nicht zu grob. Diese sinnreiche Idee ist durch ihre Behandlung äusserst fruchtbar geworden.

Der am längsten bekannte und der interessanteste von allen luftförmigen Körpern ist unstreitig der, welcher unter dem Namen der Atmosphäre die Erdkugel umhüllt, und auf ihrer Oberfläche die Wärme und das Leben zurück hält. Die Ablenkung, welche durch ihn die Strahlen erleiden, ist von den Physikern zuerst untersucht worden. Man kann hierzu zwei wesentlich verschiedene Wege einschlagen, einen astronomischen und einen physikalischen. Der Astronom vergleicht den durch die Strahlenbrechung veränderten Ort der Sterne mit ihrem wahren Orte, das heisst, mit dem, wie die Berechnung ihn für den Augenblick der Beobachtung giebt; der Unterschied beider ist die Wirkung der Strahlenbrechung der Atmosphäre. Der Physiker bedient sich hierzu eines Verfahrens, dem ganz ähnlich, durch das man das Brechungsvermögen

feſter oder tropfbarer Körper zu beſtimmen pflegt, er macht aus ihnen ein Prisma, das heifst, er begränzt ſie mit ebenen Oberflächen, welche einen bekannten Winkel mit einander machen; ſieht dann durch dieſes Prisma aus Luft nach bekannten Gegenſtänden, und beobachtet die ſcheinbare Verrückung dieſer Gegenſtände, welche daher rührt, daſs die Lichtſtrahlen in das Luft-Prisma unter einem ſchiefen Winkel mit der Oberfläche deſſelben hinein und ſo auch wieder heraus gehn.

Aber wie läſst ſich ein Prisma aus Luft machen? Gerade ſo, wie man ein Prisma aus einer tropfbaren Flüſſigkeit macht. Es bedarf dazu weiter nichts, als irgend eines hohlen Körpers, der an der Stellen, wo der Lichtſtrahl hinein, und wo er wieder hinaus gehen ſoll, mit zwei ſehr durchſichtigen und völlig ebenen Glasplatten verſehen iſt, die luftdicht ſchlieſsen, und gegen einander unter einem Winkel geneigt ſind, der genau bekannt ſeyn muſs, da er der brechende Winkel des Prisma iſt. Dieſer hohle Körper muſs ſo eingerichtet ſeyn, daſs das, was man in der Phyſik einen luftleeren Raum nennt, ſich darin hervor bringen und erhalten laſſe. Hat man dieſes Prisma vermittelſt der Luftpumpe luftleer gemacht, ſo iſt es nun die äuſsere, das Prisma umgebende, und die beiden Glasplatten berührende Luft, welche auf den Lichtſtrahl wie ein Prisma wirkt. Denn den weſentlichen Bedingungen bei der Brechung, Verſchiedenheit der Mittel, durch welche der Lichtſtrahl geht, und Schiefe des Einfalls

winkels, geſchieht auf gleiche Weiſe Genüge, das hohle Prisma mag luftleer und von Luft umgeben, oder es mag mit Luft gefüllt ſeyn, und ſich im luftleeren Raume befinden. *) Auch finden dieſe Bedingungen Statt, nur auf eine andere Weiſe, wenn die Höhlung mit einem luftförmigen Körper anderer Art, oder mit atmoſphäriſcher Luft in einem andern Zuſtande von Dichtigkeit, als die äuſsere Luft, angefüllt iſt.

Schon Hawksbee war durch Newton auf Verſuche dieſer Art geführt worden. Da indeſs das Prisma dieſes Phyſikers einen zu kleinen brechenden Winkel hatte, und da die Mittel, welche man damahls kannte, den Sehewinkel von Gegenſtänden zu meſſen, ſehr weit von dem Grade von Genauigkeit entfernt waren, der ſich jetzt erreichen läſst, ſo verdienten dieſe Unterſuchungen wieder aufgenommen zu werden; und ſchwerlich konnten ſie geſchicktern Händen anvertraut werden. **)

*) Hierüber mehreres in einer der folgenden Anmerkungen. *Gilb.*

**) Hier, was von dieſen Verſuchen Hawksbee's Smith im *Lehrbegriffe der Optik von* Käſtner, S. 439, und Prieſtley in der *Geſchichte der Optik*, überſ. von Klügel, Th. 1, S. 126, erzählen. Hawksbee ſtellte dieſe Verſuche in London, im Jahre 1708, zu Folge eines Auftrags der londner Societät der Wiſſenſchaften, nach der Anweiſung Halley's an. Er verfertigte dazu ein hohles Pris-

Auf den Vorſchlag des Herrn De La Place trug ſie das National-Inſtitut einem ſeiner Mitglie-

ma aus ſtarkem Meſſing, das an zwei Seiten Nuten hatte, in die ebene Glasplatten eingekittet waren, welche mit einander einen Winkel von 64° machten. An der dritten Seite befand ſich eine Röhre mit einem Hahne, vermöge deren die Luft im Prisma ſich verdünnen und verdichten liefs: um wie viel, das zeigte eine am Prisma angebrachte Barometerprobe an. Das Prisma liefs ſich etwas um ſeine Achſe drehen, damit man es ſo ſtellen konnte, daſs die Brechungen an beiden brechenden Flächen gleich wurden, und war an einem 10füſsigen Fernrohre befeſtigt, in deſſen Brennpunkt ſich ein feines horizontal geſpanntes Haar befand. Man ſtellte das Ganze ſo, daſs man einen ſenkrechten, 2588 engl. Fuſs entfernten Gegenſtand durch Prisma und Fernrohr deutlich ſah, und daſs der Strahl, der von einem beſtimmten Zeichen an dieſem Gegenſtande kam, vor und nach der Brechung gleiche Winkel mit den beiden Glasplatten machte, welches, wie bekannt, dann der Fall iſt, wenn der Gegenſtand bei einer kleinen Drehung des Prisma nicht weiter ſteigt oder ſinkt. Während der Verſuche am 15ten Junius alten Stils 1708 ſtand das Barometer auf 29″ 7‴,5 und Hawksbee's Thermometer auf 60°. Zuerſt wurde die Luft möglichſt ausgeleert, das Prisma ſo gerichtet, daſs das Haar im Brennpunkte ein an dem Gegenſtande gemachtes Zeichen bedeckte, und nun der Hahn geöffnet. Während des Einſtrömens der Luft erhob ſich das Zeichen allmählig über das Haar, bis dieſes zuletzt einen $10\frac{1}{4}$ Zoll niedriger liegendes

der auf, und dieſer wählte ſich ſeinen Mitarbeiter ſelbſt. In dem Berichte, den die Herren Biot

Punkt des Gegenſtandes bedeckte, mithin um einen Winkel von 68 Secunden. Bei mehrmahliger Wiederhohlung des Verſuchs blieb der Erfolg ganz derſelbe. Als umgekehrt die Luft im Prisma ein Mahl bis zur doppelten, und das zweite Mahl bis zur dreifachen Dichtigkeit comprimirt war, ſank, ſo bald der Hahn geöffnet wurde, das Zeichen, welches man durch das Prisma ſah, unter das Haar herunter, und zwar im erſten Falle ſo tief, daſs das Haar einen Punkt bedeckte, der um 10½, im zweiten Falle um faſt 21 Zoll höher lag. Es nahm alſo das Brechungsvermögen der Luft genau im Verhältniſſe ihrer Dichtigkeit zu. Für den Uebergang der Strahlen aus der atmoſphäriſchen Luft in den luftleeren Raum der Luftpumpe folgte aus dem erſten Verſuche ein Brechungsverhältniſs wie *ſin* 31° 59′ 26″ : *ſin* 32° oder wie 1 : 1,00026. Schon früher, nämlich im Jahre 1698, hatte Lowthorp einen ganz ähnlichen Verſuch, den Prieſtley einen ſehr genauen Verſuch nennt, nur mit dem Unterſchiede angeſtellt, daſs er im Prisma durch Queckſilber eine torricelli'ſche Leere bewirkte, und er beſtimmte daraus jenes Verhältniſs auf 1 : 1,00036, (*Philoſoph. Transact.*, No. 257.) „Der jüngere Caſſini", (erzählt Prieſtley,) war eben gegenwärtig, als Lowthorp dieſen Verſuch vor der königl. Societät machte. Auf ſeinen Bericht davon, wollten Mitglieder der par. Akad. im Jahre 1700 den Verſuch wiederhohlen, konnten ihn aber nicht zu Stande bringen, und dieſes veranlaſste den oben erwähnten Auftrag der londner Societät an Hawksbee,

und Arrago von ihrer Arbeit erſtatten, erkennen ſie es mit Dankbarkeit an, wie groſsen Antheil die ausgezeichneten Verfaſſer der *chemiſchen Statik* und der *himmliſchen Mechanik* an den Reſultaten ihrer Forſchungen haben. „Die Gegenſtände unſerer Unterſuchungen", ſagen ſie, „waren ſchon alle in ihren Werken angezeigt; die mündliche Unterhaltung mit dieſen Gelehrten und ihr Rath haben uns die Mittel verſchafft, die Unterſuchung zu unternehmen und ſie zu beendigen."

Der berühmte Borda hatte ſich mit dieſer Unterſuchung in der letzten Zeit ſeines Lebens beſchäftigt, mit Inſtrumenten, die ihm ſelbſt einen groſsen Theil ihrer Vollkommenheit verdankten. Der Tod überraſchte ihn, ehe er ſeine Arbeit vollenden konnte, und man hat nicht einmahl einige Reſultate derſelben vorgefunden. Aber ſeine Inſtrumente und ſeine Methoden ſind noch vorhanden, und die Herren Biot und Arrago erwählten ſie, ohne Bedenken, vorzugsweiſe, und fügten ihnen das hinzu, was ihre eigne Erfindſamkeit, und was die

und nach glücklicher Ausführung deſſelben einen ähnlichen Auftrag der par. Akad. an den jüngern Delisle, der den Verſuch nun auch zu Stande brachte, und fand, daſs das Prisma, deſſen man ſich bei den frühern Verſuchen in Paris bedient hatte, und das mit keiner Barometerprobe verſehn war, beim Auspumpen Luft hatte hinein ſchlüpfen laſſen. (*Mém. de l'Acad. de Paris*, A. 1719, p. 88 und 436.) *Gilb.*

neueſten Fortſchritte in der Naturkunde ihnen als Verbeſſerungen an die Hand gaben.

Das Prisma, womit Borda ſeine Verſuche angefangen hatte, behielten ſie gerade ſo bei. Es beſteht aus einer ziemlich dicken Röhre von Meſſing, welche an beiden Enden ſchief abgeſchnitten iſt, nach Richtungen, die ſich durchkreuzen. An dieſen Enden ſind mit vieler Sorgfalt zwei ebene Glasplatten aufgekittet, welche mit einander einen Winkel von 143° 7′ 28″ nach der Sexageſimaltheilung machen; dieſer Winkel iſt durch Methoden gemeſſen worden, die ihn bis auf wenige Secunden genau geben. Die Röhre hat eine ſenkrecht ſtehende Achſe, welche mit einem Hahne verſehn iſt, und läſst ſich vermittelſt derſelben ſo wohl in der Horizontalebene drehen, als auch auf eine Luftpumpe bringen, vermöge deren man die Luft aus dem Innern derſelben auspumpen kann. *) Eine Baro-

*) *Ce tube eſt ſoutenu par un ſupport à robinet au moyen duquel on fait le vide dans ſon intérieur, en l'appliquant à la machine pneumatique*, heiſst es im Originale. Daſs es mit dieſem *Support* die Bewandtniſs haben muſste, welche ich hier davon ausſage, beweiſet das Folgende. Auch erhellt daraus, daſs dieſe Achſe ſo angebracht war, daſs der Apparat nicht ein horizontal liegendes, ſondern ein ſenkrecht ſtehendes Prisma vorſtellte, ſo daſs eine Ebene, welche auf den beiden brechenden Glasplatten ſenkrecht ſtand, eine horizontale Lage hatte. *Gilb.*

meterprobe, die auf der Röhre, im freien Zusammenhange, mit ihrem Innern steht, zeigt den Grad der Luftverdünnung an; dieser bleibt jede beliebige Zeit über unverändert.

Der Winkel, um welchen dieses Prisma, nachdem man es möglichst luftleer gemacht hatte, einen Lichtstrahl von seinem Wege ablenkte, wurde auf folgende Art gemessen. Man stellte den Apparat an ein Dachfenster des Pallastes des Senats, (dem ehemahligen *Luxembourg*,) und unmittelbar hinter das Prisma wurde ein Vervielfältigungskreis gestellt, und so eingerichtet, dass man beim Vervielfältigen der Winkel das untere Fernrohr stets auf den Blitzableiter der Sternwarte richtete, welche 1400 Mètres entfernt lag. Vor dem obern Fernrohre befand sich das Prisma, und beide wurden so gedreht, dass durch sie hindurch genau derselbe Gegenstand in der Achse des Fernrohrs erschien; der Gesichtsstrahl, der durch dieses Fernrohr kam, hatte also die ganze Ablenkung durch die Brechung im Prisma erlitten. Man nahm diese Winkelgröse sehr genau, liefs dann das Prisma eine halbe Umdrehung um seine senkrechte Achse in horizontaler Ebene machen, und beobachtete aufs neue die Ablenkung, die nun durch diese Umwendung verdoppelt wurde; sie war so bedeutend, dass der abgelenkte Lichtstrahl statt, wie zuvor, von dem einen Ende der Façade der Sternwarte, nun von dem andern Ende derselben

herzukommen schien. *) Dieser ganze Winkel wurde viel Mahl hinter einander beobachtet, so wie es geschehen mufste, um den eigenthümlichen Vorzug der Vervielfältigungskreise zu benutzen, und auf diese Art erhielt man vollkommene Genauigkeit. **) Die Veränderungen des Barometerstan-

*) Durch die halbe Umkehrung des Prisma kam nämlich der brechende Winkel, wenn er bei der ersten Beobachtung rechts lag, jetzt links zu liegen. *Gilb.*

**) Der von Borda angegebene und unter dessen Augen von dem pariser Künstler Le Noir zuerst ausgeführte *Vervielfältigungskreis (cercle repetiteur)* besteht aus zwei gleichen parallelen Kreisen, die mit einander nur Ein Stück bilden, das sich um eine Achse, welche durch die Mittelpunkte beider geht, in den Ebenen der Kreise drehen läfst. Es ruht auf einem Fufse, den man um seine starke senkrecht stehende Achse umher drehen kann, und läfst sich in jede Neigung gegen den Horizont stellen. Ueber jedem der beiden Kreise dreht sich, um seinen Mittelpunkt, ein Fernrohr. Nur der obere ist eingetheilt, und nur das Fernrohr desselben ist mit Verniers versehn; der untere Kreis hat keine Theilung. Beim Beobachten der Ablenkung des Gesichtsstrahls durch das Prisma ist man höchst wahrscheinlich folgender Mafsen verfahren: [in den erläuternden Figuren auf Taf. IV. stellen die beiden Kreise das obere, der eine das untere Fernrohr, *P* das Prisma und *G* den Gesichtsstrahl vor, der nach dem Gewitterableiter geht.] Man stellt 1. das obere Fernrohr auf den Nullpunkt, visirt dann direct nach dem Gewitterableiter, und eben dahin direct

des und des Hygrometerſtandes während des Verſuchs wurden jedes Mahl in Rechnung gebracht.

durch das untere Fernrohr, (Fig. 1;) beide Fernröhre befinden ſich dann in einerlei Vertikalebene. 2. Das Prisma wird ſo in der Höhe des obern Fernrohrs geſtellt, daſs deſſen brechender Winkel links gerichtet iſt, und daſs der Strahl vor und nach der Brechung mit den beiden Glasebenen einen gleichen Winkel macht. Darauf dreht man den Kreis rechts, und viſirt nach dem Gewitterableiter durch das obere Fernröhr und das Prisma, und eben dahin bei unverrückter Lage des Kreiſes direct durch das untere Fernrohr, (Fig. 2.) Da die Materie des Prisma weniger als das umgebende Medium die Strahlen bricht, ſo geſchieht die Ablenkung des Strahls von dem brechenden Winkel abwärts, und daher muſs in dieſer Lage das untere Fernrohr links vom obern ſtehen. Beide Fernröhre machen zwar mit einander den Winkel der Ablenkung, (*oa'*.) dieſer läſst ſich aber nicht ableſen, da der untere Kreis nicht getheilt iſt. 3. Nun dreht man das Prisma halb um, ſo daſs der brechende Winkel nach der rechten Seite gekehrt iſt; und ſchiebt bei unveränderter Stellung des Kreiſes und des untern Fernrohrs, das obere ſo weit links, bis wieder der Gewitterableiter in demſelben durch das gehörig geſtellte Prisma erſcheint, (Fig. 3.) Der Vernier deſſelben zeigt nun das Doppelte der Ablenkung (*oo'*.) Das obere Fernrohr wird feſt geſtellt, das Prisma wieder zurück gewendet, und der Kreis rechts gedreht, bis der Gewitterableiter wieder durch das Prisma im obern Fernrohre erſcheint, (Fig. 4;) dann feſt geſtellt;

Die ganze Ablenkung des Lichtstrahls im Prisma betrug 362′,6. War das Prisma mit gewöhnlichen Gewitterableiter gerichtet, (Fig. 5.) das Prisma gewendet, und das obere Fernrohr so weit links gedreht, dass durch dasselbe der Gewitterableiter wieder in der Achse erscheint, (Fig. 6.) Der Vernier desselben zeigt nun das Vierfache der Ablenkung, (724′.) Und so fährt man fort, nimmt das Sechsfache, das Achtfache — — — derselben, bis man an dem Kreise rings umher gekommen ist, oder sonst die nöthige Vollkommenheit in der Bestimmung des Ablenkungswinkels erreicht hat. — „Sie werden wahrgenommen haben, welchen Vortheil mir der Gebrauch eines neuen Instruments „gewährt hat, das man in der That wunderbar „nennen kann," schrieb Herr Cassini im Jahre 1792 an Herrn Oberhofmarschall von Zach, (*Ueber die Borda'schen oder Lenoir'schen ganzen Kreise und ihren Gebrauch von* von Zach, in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, B. 1, S. 450 f.) „Mit einem Kreise von 8 Zoll Halbmesser lassen „sich die Höhen der Sterne und andere Winkel „fast bis auf 1 Secunde genau finden. Ich verificire „jetzt den sechsfüßigen Mauerquadranten durch „solche kleine Kreise." Auch in Deutschland werden kleinere Kreise dieser Art mit vieler Vollkommenheit von dem geschickten Mechanicus Hrn. Mendelssohn in Berlin, unter den Augen des Freiherrn von Humboldt verfertigt, zu Preisen, die verhältnismäßig sehr billig sind, (*Annalen*, XXIII, 362.) Selbst Troughton in London habe sich endlich entschlossen, drei Borda'sche Ver-

licher Luft gefüllt, die sich von der äufsern Luft in nichts unterschied; so blieb kein Grund der Strahlenbrechung durch das Prisma, es sey denn, dafs die beiden Oberflächen jeder Glasplatte unter einander nicht völlig parallel gewesen wären. In der That entdeckte sich durch Beobachtungen dieser Art, dafs ein Fehler wegen des Nicht-Parallelismus der beiden Oberflächen der Glasplatten Statt fand; er hatte indefs keinen gröfsern Einfluss als von 16″,6, welches nur $\frac{1}{12}$stel der ganzen Ablenkung beträgt. Um diese Gröfse war jeder der beobachteten Winkel zu vermehren. *)

vielfältigungskreise, mit eignen Verbesserungen, zu verfertigen, von denen Herr Freiherr von Humboldt den einen besitzt, der, wenn ich nicht irre, 10 oder 12 engl. Zoll Halbmesser hat. *Gilb.*

*) Wenn der Lichtstrahl vor und nach der Brechung einerlei Winkel mit den brechenden Flächen des Prisma macht, ($BHG = BIK$, Fig. 7,) so läfst sich das Prisma ein wenig hin und her drehen, ohne dafs dadurch die Ablenkung ($A$) der beiden Strahlen verändert wird. Hat man daher das Prisma auf die letzte Art gestellt, so findet das erstere Statt. Dann ist aber, für den gewöhnlichen Fall, wenn die Ablenkung nach dem brechenden Winkel ($B$) hinwärts geschieht, das Brechungsverhältnifs aus dem dünnern in das dichtere Mittel ($n : 1$) gleich $\sin \frac{1}{2}(B + A) : \sin \frac{1}{2}B$. In dem Falle des luftleeren Prisma findet die Ablenkung nach einer entgegen gesetzten Seite Statt, ist also der Ablenkungswinkel, (auf den vorigen Fall bezogen,) ne-

Das Prisma, und was dazu gehört, ist von Hrn. Fortin gemacht worden; die Verfasser rühmen das Verdienst dieses vortrefflichen Künstlers aus voller Ueberzeugung. Der Apparat leistete alles, was sich in Hinsicht auf Bequemlichkeit und auf Genauigkeit nur immer davon erwarten liefs.

Um das Prisma mit Gas verschiedener Art zu füllen, war weiter nichts nöthig, als es zuvor auszupumpen, dann das Hahnstück desselben mit einem Behälter in Verbindung zu bringen, worin das Gas sich in möglichster Reinheit befand, und den Hahn zu öffnen. Die Barometerprobe verglichen

gativ, und $1 : n = \text{sin. } \frac{1}{2}(B-A) : \text{sin. } \frac{1}{2}B$; oder $n = \frac{\text{sin } \frac{1}{2}B}{\text{sin } \frac{1}{2}(B-A)}$: eine Verschiedenheit, welche auch bei den Versuchen mit Gasarten eintritt, je nachdem das Gas stärker oder schwächer bricht, als die umgebende atmosphärische Luft. Nun war bei den Versuchen der Verfasser mit dem luftleeren Prisma der Brechungswinkel 143° 7′ 28″ und der Ablenkungswinkel 6′ 2″,6; folglich entspricht ihren Versuchen ein Brechungsverhältnifs aus dem luftleeren Raume in gewöhnliche Luft, von sin 71° 30′ 42″,7 : sin 71° 33′ 44″, das ist, von 1 : 1,00029353. Herr Biot setzt es weiterhin um 0,0000014 gröfser; wahrscheinlich weil das Prisma bei dieser Ablenkung noch nicht vollkommen luftleer war. Man sieht hieraus, dafs Hawksbee's Versuch weit genauer als der Versuch Lowthorp's war, (S. 351, Anm.,) da jener dieses Brechungsvermögen bei nicht völlig luftleerem Prisma = 1 : 1,00026, dieser es = 1 : 1,00036 gegeben hat. *Gilb.*

mit dem Barometerſtande, gab aufs genaueſte das Verhältniſs der Dichtigkeit des luftförmigen Körpers im Innern des Prisma, zu der der umgebenden atmoſphäriſchen Luft.

Bei Verſuchen dieſer Art iſt das ſpecifiſche Gewicht des Gas, womit das Prisma gefüllt wird, ein weſentliches Element. Die Herren Biot und Arrago haben daſſelbe auf die gewöhnliche Art, durch Abwägen eines gläſernen Ballons beſtimmt, Ein Mahl, wenn er von atmoſphäriſcher Luft leer gepumpt, und dann, wenn er mit dem Gas gefüllt war. Dabei wurde keine der nöthigen Correctionen vergeſſen, weder für den Stand des Barometers und des Thermometers, noch ſelbſt für den Stand des Hygrometers. Denn da bei gleichem Drucke der Waſſerdampf nach dem Verhältniſſe von 10 zu 14 leichter als die atmoſphäriſche Luft iſt, ſo darf man das Hygrometer nicht überſehen. Die Correction wegen des Hygrometerſtandes wurde nach einer Formel angebracht, welche Herr De La Place aus den Verſuchen Sauſſure's und Dalton's abgeleitet hat. *) Alle Gewichte ſind auf den Werth zurück geführt worden, den ſie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter einem conſtanten Drucke von 28 par. Zoll Queckſilberhöhe haben würden. Man hat dabei ſelbſt auf die Ausdehnung des Glaſes Rückſicht genommen, und ſie für

*) Man vergl. den folgenden Aufſatz. *Gilb.*

für jeden Grad des Centesimalthermometers auf 0,00002627 16 des Glasvolumens gesetzt. So haben sie die Herren Lavoisier und De La Place gefunden, bei ihren Versuchen über die Ausdehnung der festen Körper durch Wärme, welche leider nicht sind bekannt gemacht worden. Bei Befolgung aller dieser Vorsichtsregeln haben die Verfasser selbst an verschiedenen Tagen und bei sehr verschiedenen Zuständen der Luft Gewichte erhalten, die, wenn man sie auf gleiche Temperatur und gleichen Druck bringt, für jedes Gas kaum um einige Milligrammes von einander abweichen.

Um das Gewicht der Gasarten mit dem des Wassers und des Queckfilbers auf das allergenauesta zu vergleichen, haben die Verfasser ihren Glasballon mit reinem Wasser von 4° Wärme ausgewogen. Dieses ist die Temperatur, bei der das Wasser die gröfste Dichtigkeit hat, und bei der das absolute Gewicht desselben sehr genau aus den Versuchen bekannt ist, welche man in Frankreich angestellt hat, um den Werth des Gramme zu bestimmen. Das Wasser wurde zuvor in dem Ballon ausgekocht und unter der Luftpumpe von Luft befreit. Eben so wurde das Queckfilber in einem Kolben mit einem engen Halse sorgfältig ausgekocht, um alle mit dem Glase adhärirende Luft heraus zu jagen, und dann noch unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht. Nach allen nöthigen Correctionen wegen der Temperatur und der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft und wegen der Ausdehnbarkeit der Ge-

fäſse fand ſich zuletzt das Verhältniſs zwiſchen dem ſpecifiſchen Gewichte des Queckſilbers und dem ſpec. Gewichte der atmoſphäriſchen Luft von 0° Wärme und einem Drucke von 0,76 Mètres Queckſilberhöhe, — oder vielmehr der dieſem Verhältniſs entſprechende beſtändige Coefficient der Formel für die Meſſungen der Höhen durch das Barometer nach Mètres, gleich 18332. *)

Bekanntlich läſst ſich dieſer Coefficient noch auf einem andern Wege finden, der von dem hier eingeſchlagenen ſehr abweicht; dadurch nämlich, daſs man in Stationen von verſchiedener Höhe, deren Höhenunterſchied durch Nivellirung oder durch trigonometriſche Meſſung bekannt iſt, gleichzeitige Barometerſtände in freier Luft beobachtet. Die Herren De Luc, Shuckburgh, Trembley und andere Phyſiker ſind auf dieſe Art verfahren;

*) Das ſpecifiſche Gewicht der Luft bei der angegebenen Wärme und dem genannten Drucke war folglich nach dieſen Verſuchen der Herren Biot und Arrago $\frac{1}{10475,6}$ vom ſpecifiſchen Gewichte des Queckſilbers. Bedeutet nämlich $\delta$ das ſpecifiſche Gewicht der Luft in Theilen des ſpecifiſchen Gewichts des Queckſilbers ausgedruckt, $M$ den Modulus des Briggiſchen logarithmiſchen Syſtems und $C$ jenen Coefficienten der Formel nach Mètres, ſo iſt $\delta = \frac{M \cdot 0{,}76^{m}}{C}$ oder $C = \frac{M \cdot 0{,}76^{m}}{\delta}$ für 0° Wärme und einen Druck von 0,76 Met., (28" 0‴,6 par. M.,) Queckſilberhöhe. *Gilb.*

niemand hat jedoch dieſen Theil der Unterſuchung anhaltender verfolgt, und alles, was darauf Einfluſs haben kann, mit mehrerm Scharfſinne ergründet, als Herr Ramond. *) Der Coefficient, den dieſer emſige Beobachter als den genügendſten angiebt, für Beobachtungen in freier Luft, welche die Höhen nach Mètres geben ſollen, iſt 18336; alſo nur um 4 Achtzehntauſendtel des Ganzen gröſser, als ihn die Herren Biot und Arrago durch ihre Verſuche in eingeſchloſſenen Gefäſsen gefunden haben: eine Uebereinſtimmung, welche für die Genauigkeit dieſer Fundamentalbeſtimmung zeugt. Auch hat Herr Ramond gezeigt, daſs, wenn man dieſen Coefficienten in die Formel des Herrn De La Place ſetzt, ſie die Höhen der Berge der Wahrheit ſo nahe giebt, daſs die Ungewiſsheit, welche ſie übrig läſst, innerhalb der Gränzen der Fehler fällt, denen die Beobachtungen ſelbſt unterworfen ſind. Dieſes iſt das Ziel, bei dem man in der Phyſik muſs ſtehen bleiben, wenn man ſo glücklich geweſen iſt, es zu erreichen.

Schon aus dem ſpecifiſchen Gewichte jeder der Gasarten, welche zu den Verſuchen gebraucht wurden, lieſs ſich die Reinheit derſelben einiger Maſsen beurtheilen. Die Verfaſſer haben ſich jedoch hiermit nicht begnügt, ſondern jedes Mahl das Gas che-

*) In zwei Abhandlungen über dieſen Gegenſtand, welche ich dem Leſer nächſtens vorlegen werde.
*Gilb.*

miſch zerlegt; eine Arbeit, in welcher die Herren Thenard und Berthollet der Sohn ihren Freunden geholfen haben: Namen, welche volles Zutrauen einflöſsen müſſen. Noch kam es darauf an, das Gas, wenn es in aller Reinheit entbunden worden war, in eben der Reinheit in das Prisma zu bringen. Die Verfaſſer haben dieſes durch eine beſondere Einrichtung der Hähne in den Verbindungsröhren bewerkſtelligt; dieſe Einrichtung läſst ſich indeſs nicht ohne Zeichnung verſtändlich machen.

Dieſes ſind die Mittel und die Methoden, deren ſich die Herren Biot und Arrago bei ihren Unterſuchungen bedient haben. Nachdem ſie ſie deutlich und im Detail beſchrieben haben, wenden ſie ſich zu den Reſultaten ihrer Verſuche und zu den Folgerungen, zu welchen dieſe führen.

„Da uns", ſagen ſie, „durch unſere Verſuche das ſpecifiſche Gewicht jeder Gasart und zugleich die Brechung bekannt war, welche das Licht von derſelben leidet, ſo konnten wir daraus berechnen, wie groſs das Brechungsvermögen jedes Gas, in Vergleich mit dem der atmoſphäriſchen Luft iſt. Wir verſtehn hier unter *Brechungsvermögen* weder die bloſse Ablenkung des Lichtſtrahls, noch den Winkel, der dieſe Ablenkung miſst, ſondern die geſammte Zunahme des Quadrats der Geſchwindigkeit, oder der lebendigen Kraft des Lichtes, nachdem es die ganze Einwirkung des durchſichtigen Körpers erlitten hat. Wenn die Function der Entfernung, welcher die Einwirkung der Körper auf

das Licht proportional ist, für alle Körper von derselben Form wäre, wenn sie für alle nur blofs in dem Produkte aus der Dichtigkeit des Körpers in einem constanten Coefficienten, der von der Natur desselben abhinge, verschieden wäre: so würde die Gröfse, welche man mit dem Ausdrucke: *Brechungsvermögen eines Körpers*, bezeichnet, der Intensität der anziehenden Kraft, die der Körper auf das Licht äufsert, proportional seyn. Auf jeden Fall ist sie die Summe aller Einwirkungen des Körpers auf das Licht, jede mit dem Elemente des Raums und mit der Dichtigkeit multiplicirt. Diese genaue und scharfe Bestimmung des Begriffs ist den Grundsätzen gemäfs, welche Newton und der Verf. der *Mechanik des Himmels* aufgestellt haben. *) Es hat uns nöthig geschienen, sie hier in das Gedächt-

*) Ich setze hierher, was Herr De La Place darüber in der *Mécanique céleste*, t. IV, p. 236, sagt: „Diese Gröfse", [die Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit des Lichts, nachdem es die ganze Einwirkung des durchsichtigen Körpers erlitten hat,] „ist in den verschiedenen durchsichtigen „Körpern nicht dieselbe, und den Dichtigkeiten „derselben nicht proportional. Es ist möglich, dafs „die Function der Entfernung, welche die Einwir„kung der Körper auf das Licht ausdruckt, für je„den verschieden ist; es könnte aber auch seyn, „dafs sie für alle dieselbe wäre, und in den ver„schiedenen Körpern in weiter nichts abwiche, „als in einem für die einzelnen Körper constanten, „nach der Verschiedenheit ihrer Natur aber ver-

nifs zurück zu führen; denn nur, wenn man mit den Grundsätzen scharfe Begriffe verbindet, kann man sie mit Sicherheit anwenden und mit Zutrauen den Folgerungen nachgehen, auf welche sie führen."

„schiedenen Coefficienten, womit ihre Dichtigkeit „multiplicirt würde. In beiden Fällen ist die ganze Einwirkung der Körper auf das Licht dieselbe, „und da im Calcul nur das ganze Resultat dieser „Einwirkung mit eingeht, so läfst sich die zweite „Voraussetzung als die einfachste annehmen. Der „constante Coefficient kann dann die verhältnifsmäfsige Intensität der Wirkung der Körper auf „das Licht, oder ihr Brechungsvermögen vorstellen. — — Bezeichnet man mit $i$ das Verhältnifs des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus „des Brechungswinkels, (und ist $\varrho$ die Dichtigkeit „des Körpers,) so stellt $\frac{i^2-1}{\varrho}$ das Brechungsvermögen der verschiedenen Substanzen in der Natur vor." Es sey mir erlaubt, diese Stelle des Herrn De La Place mit ein Paar Bemerkungen zu begleiten. Seitdem es diesem grofsen Geometer endlich geglückt ist, die Theorie der Haarröhrchen und der verwandten Erscheinungen aus der Voraussetzung, dafs in ihnen die Anziehung nur in der Berührung wirke, auf das genügendste abzuleiten, scheint er daran nicht zu zweifeln, dafs die Einwirkung der Körper auf das Licht ebenfalls nur in Entfernungen, die nicht mehr angeblich sind, merkbar ist. In diesem Falle, dünkt mich, könne allein die letzte Annahme bestehen; denn es kann alsdann, wie es mir scheint, von einer Verschiedenheit des Gesetzes, wornach die Kraft mit

Dieſen Grundſätzen gemäſs berechnen die Herren Biot und Arrago aus ihren Verſuchen das *Brechungsvermögen der verſchiedenen luftförmigen Flüſſigkeiten.* Sie finden, daſs von allen Gas-

der Entfernung ſich verändert, in der Natur, nicht weiter die Rede ſeyn. Die Kraft iſt in jeder Entfernung null, und findet nur in der Berührung Statt. — Dem Brechungsverhältniſſe gemäſs, aus dem leeren Raume in gewöhnliche Luft, welches ich S. 359, Anm., aus den Verſuchen der Verfaſſer berechnet habe, würde $i^2 - 1 = 0{,}0005871_0$, und alſo das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft $= 0{,}0005871 \cdot \frac{1}{\varrho}$ ſeyn. Herr Biot ſetzt weiterhin den Coefficienten $L$, der das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m{,}76$ Druck ausdruckt, nach ſeinen Verſuchen $= 0{,}000294958$. Dieſe Zahl übertrifft die Hälfte der eben berechneten um $\frac{1}{170}$ derſelben; vielleicht enthielt das Prisma, als es eine Ablenkung von 362″ gab, noch ſo viel Luft, daſs die Barometerprobe ſich auf einer Höhe von $\frac{3}{4}$ par. Linien oder von $3\frac{1}{2}$ Mill. erhielt. — Hätte das Queckſilber der Verfaſſer das ſpecifiſche Gewicht gehabt, welches Herr Hällſtröm, *Annalen*, XX, 397, angiebt, nämlich von 13,565, ſo würde ſich, aus der in der Anm. S. 362 geführten Rechnung, für die atmoſphäriſche Luft von 0° Wärme und $0^m{,}76$ Druck ein ſpecifiſches Gewicht $= \frac{1}{771{,}23} = 0{,}00129$, und alſo ein Brechungsvermögen $= 0{,}4556$ ergeben. Aus dem Folgenden erhellt, daſs dieſes höchſtens in der letzten Decimalſtelle von der Beſtimmung der Verfaſſer abweichen kann. *Gilb.*

arten, ja selbst von allen bis jetzt beobachteten Körpern in der Natur, der *Sauerstoff* das kleinste, der *Wasserstoff* dagegen das gröfste Brechungsvermögen hat, und dafs beide die Endglieder in der Verwandtschaftsreihe der Körper zum Lichte ausmachen. Das Brechungsvermögen des Wasserstoffs ist $6\frac{1}{2}$ Mahl gröfser als das der atmosphärischen Luft. *) So wie Newton aus dem Verhalten des Diamanten bei der Brechung voraus ahndete, der Diamant sey ein brennbarer Körper, so hatte auch Herr De La Place in einem gedruckten Mémoire diese grofse Brechungskraft als etwas, das dem Wasserstoff eigen seyn müsse, angekündigt. Das Brechungsvermögen der übrigen Gasarten fällt zwischen das des Sauerstoffs und des Wasserstoffs. Ungeachtet der grofsen Schwierigkeiten, mit welchen man bei der Manipulation des *salzsauren Gas* zu kämpfen hat, wurde doch auch mit diesem Gas der Versuch angestellt; es übertraf an Brechungsvermögen die atmosphärische Luft.

Bei der Reduction ihrer Versuche auf einerlei Druck und einerlei Temperatur, haben die Verfasser das von Herrn Gay-Lussac entdeckte Gesetz zum Grunde gelegt, dafs alle Gasarten durch

*) Man wird aus dem Folgenden sehen, was die Verfasser veranlafst zu haben scheint, hier von Sauerstoff und Wasserstoff zu reden, da doch ihre Versuche mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas angestellt wurden. *Gilb.*

gleiche Zunahme von Wärme gleich ſtark ausgedehnt werden, und zwar für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerſcale um 0,00375 ihres Volumens. Dieſes iſt ein Reſultat von 25 Verſuchen, welche unter einander, ohne merkbaren Unterſchied übereinſtimmten und mit vollkommen trockenen und genau calibrirten Röhren angeſtellt ſind. „Dieſes von Gay-Luſſac aufgefundene Reſultat", ſagen ſie, „iſt für die Phyſik vom höchſten Nutzen; täglich bedarf daſſelbe der Chemiker und ſelbſt der Aſtronom, um ſeine Beobachtungen zu reduciren. Nimmt man hierzu noch die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten und ihr Brechungsvermögen, wie wir beide in dieſer Abhandlung geben, ſo hat man eine vollſtändige und ſehr genaue Kenntniſs aller phyſikaliſchen Eigenſchaften der luftförmigen Flüſſigkeiten." *)

Der wichtigſte Theil der Unterſuchungen der Herren Biot und Arrago betraf das Geſetz, wie bei der atmoſphäriſchen Luft ſich das Brechungsvermögen mit der Dichtigkeit verändert; denn davon

*) Es iſt in der That etwas grauſam, daſs der Verfaſſer des Auszugs, welchen ich in Ermangelung des Originals dieſer Bearbeitung habe zum Grunde legen müſſen, nach einer ſolchen Aeuſserung uns dieſe Zahlangeben vorenthält. Ich werde ſie in in der Folge nachtragen. Was die Verſuche des Herrn Gay-Luſſac betrifft, auf die hier hingedeutet wird, ſo iſt von ihnen in dem folgenden Aufſatze umſtändlicher die Rede. *Gilb.*

hängt die Ablenkung ab, welche jeder Lichtſtrahl, der in unſer Auge kömmt, mehr oder weniger von der geradlinigen Bahn erleidet. Die atmoſphäriſche Luft lieſs ſich im Innern des Prisma bei unveränderter Natur in ihrer Dichtigkeit nach Belieben verändern, die Barometerprobe zeigte den Zuſtand derſelben auf das genaueſte, und eben ſo konnte man jedes Gas, womit das Prisma gefüllt wurde, in jedem beliebigen Grade der Verdünnung darin verſchlieſsen. Mehrere Reihen von Beobachtungen, welche mit atmoſphäriſcher Luft von ſehr verſchiedenen Graden der Dichtigkeit, und dann auch mit Gasarten von verſchiedener Dichtigkeit angeſtellt wurden, und bei deren jeder man auf den Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers ſah, gaben den Verfaſſern die für die Theorie der Strahlenbrechung ſo wichtige Ueberzeugung, dafs in jedem Gas, vom vollkommenen Vacuo an, durch alle Grade von Dichtigkeit hindurch bis zu der, welche dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre entſpricht, die brechende Kraft ſtets der Dichtigkeit proportional iſt, und dafs dieſes Geſetz nicht der kleinſten Abänderung bedarf.

Ob die brechende Kraft demſelben Geſetze unterworfen bleibt, wenn die atmoſphäriſche Luft zuſammen gedrückt wird, und wie ſie ſich mit der Temperatur der Luft verändert; dieſes zu unterſuchen, haben die Verfaſſer einer Fortſetzung ihrer Verſuche vorbehalten.

Der hygrometrische Zustand der Luft schien ihnen auf das Brechungsvermögen derselben keinen wahrnehmbaren Einfluss zu haben, so oft der Himmel rein und die Luft durchsichtig war. Auch hierüber, und über das Brechungsvermögen der Dämpfe, haben sie sich Versuche vorbehalten. Sie erfordern hohe Temperaturen, und mussten deshalb bis zur Wiederkunft der grössten Sommerhitze ausgesetzt werden. *)

Damit man von dem Gange dieser Versuche und von der Schärfe der Resultate derselben sich einen anschaulichen Begriff machen möge, wollen wir hier wörtlich das Protokoll eines Versuchs hersetzen, sammt der Anmerkung, welche die Verfasser darunter geschrieben haben.

*) Nach spätern Nachrichten aus Paris hatte Herr Gay-Lussac sich mit den Herren Biot und Arrago zu dieser Fortsetzung ihrer Versuche vereinigt, nachdem er von der Reise, auf welcher er den Hrn. Freiherrn von Humboldt durch Italien und Deutschland begleitet hatte, wieder in Paris eingetroffen, und in das National-Institut aufgenommen worden war. Ein Auftrag der Regierung führte indess die beiden letztern bald darauf nach Spanien, wo sie die von Mechain angefangenen Messungen fortsetzen sollten, um den Meridian der pariser Sternwarte bis auf die balearischen Inseln zu verlängern. *Gilb.*

*Beobachtungen* über die *Brechung*

| Barometer äuſseres Mètres. | Thermometer äuſseres hunderttheil. | Barometer inneres Mètres. | Thermometer des innern Barometers hunderttheil. |
|---|---|---|---|
| 0,7654 | + 5° | 0,526 | + 6° |
| 0,7654 | + 5° | 0,283 | + 6° |
| 0,7668 | + 5° | 0,120 | + 6° |
| 0,7660 | + 5° | 0,021 | + 6° |
| 0,7662 | + 4°,5 | 0,005 | + 5° |
| 0,7548 | + 4°,8 | 0,4055 | + 5°,4 |
| 0,7551 | + 4°,8 | 0,2425 | + 4°,8 |
| 0,7543 | + 4°,8 | 0,6130 | + 4°,8 |

„In keinem dieſer Verſuche beträgt der Unterſchied zwiſchen der Berechnung und der Beobachtung mehr als 2″, obgleich die Dichtigkeiten der Luft im Innern des Prisma ſehr verſchieden waren. Dieſe Reſultate dienen daher gleichfalls, die Richtigkeit des Coefficienten, der das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck ausdruckt, [wie wir ihn bei unſrer Berechnung angenommen haben, $L = 0,000294958$.] zu beſtätigen. *) Dieſe Beſtimmung des Coefficienten folgt aus den Verſuchen, welche wir mit dem luftleeren Prisma angeſtellt haben. Er iſt ausnehmend wenig von dem verſchieden, welchen Hr. De La Place in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 246, nach Delambre gegeben hat, nämlich $L = 0,000294047$. Dieſer Unterſchied hat auf die Beſtimmung der Polhöhe von Paris kaum einen Einfluſs von $\frac{1}{3}$ Secunde, und bis auf eine ſo kleine Gröſse läſst ſich für die Richtigkeit aſtronomiſcher Beobachtungen nicht ſtehen.“

*) Vergl. S. 367, Anm. *Gilb.*

verdünnter *atmoſphäriſcher Luft.*

| Ablenkung. | | Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus d. Oberfläche der beiden Gläsplatten d. Prisma. | | |
|---|---|---|---|---|
| beobachtete, wegen des Nicht-Parall. nicht corrig. | berechnete. | Differenz. | direct beobacht. | |
| 1′ 37″,1 | 1′ 52″,3 | 15″,2 | 16,6 | 7. März 1806 |
| 3 29,2 | 3 45,8 | 16,6 | | |
| 4 45,8 | 5 2,4 | 16,6 | | |
| 5 31,8 | 5 48,9 | 17,1 | | |
| 5 43,5 | 5 58 | 14,5 | | |
| 2 29,2 | 2 44,1 | 14,9 | | 9. März 1806 |
| 3 45,0 | 4 0,9 | 15,9 | | |
| 0 48,6 | 1 6,3 | 17,7 | | |

Den *zweiten Theil* der Abhandlung fangen die Verfaſſer mit folgender ſinnreichen und richtigen Zuſammenſtellung an: „Die Einwirkung der Körper auf das Licht", (bemerken ſie,) „iſt nur in äuſſerſt geringen Entfernungen merkbar, und die Intenſität dieſer Einwirkung hängt nothwendig von der Natur der kleinſten Theilchen eines Körpers und von ihrer Zuſammenordnung ab, folglich von ihren weſentlichſten Eigenſchaften. Der Phyſiker, der das Brechungsvermögen der verſchiedenen Subſtanzen unterſucht und vergleicht, thut alſo im Grunde nichts anderes als der Chemiker, wenn er einerlei Baſis der Einwirkung der verſchiedenen Säuren, oder einerlei Säure der Einwirkung aller Alkalien ausſetzt, um ihre verhältniſsmäſsige Kraft und den Grad

ihrer Sättigung zu beſtimmen. Bei unſern Verſuchen war die Subſtanz, auf welche wir alle Körper wirken lieſsen, das Licht, und wir ſchätzten die Gröſse der Wirkungen der Körper nach ihrem Brechungsvermögen, das heiſst, nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Einwirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrücken ſtreben. Unſre Verſuche haben hierbei ſelbſt einen eigenthümlichen Vorzug, der in dem Grade ſich in keinem chemiſchen Verſuche findet: die kaum zu begreifende Intenſität, mit der die Körper auf das Licht wirken. Sie iſt bei einigen ſo groſs, daſs ſie dem Lichte in einer unendlich kleinen Zeit faſt die doppelte Geſchwindigkeit ertheilen, die es in dem Raume hatte; und ſelbſt die Körper, welche das kleinſte Brechungsvermögen äuſsern, verändern doch immer die Geſchwindigkeit des Lichts merkbar, in einem Augenblicke."

Die Verſchiedenheit in der Geſchwindigkeit, welche dem Lichte durch die verſchiedenen brechenden Körper eingedrückt wird, giebt eine ſo ausgedehnte Stufenleiter, auf der alle dieſe brechenden Mittel in ſo bedeutenden Abſtänden von einander Platz finden, daſs man ſich dieſes beſondern Charakters eines jeden als eines Mittels bedienen kann, ſie zu unterſcheiden, ja ſelbſt ihnen bis in die Verbindungen, in denen ſie ſich als Beſtandtheile befinden, einiger Maſsen nachzuſpüren. Es war ſo z. B. ſehr natürlich, daſs die Verfaſſer, nachdem ſie die groſse Kraft, welche der Waſſerſtoff auf

das Licht ausübt, in ihren Verſuchen wahrgenommen hatten, das ſtarke Brechungsvermögen, welches nach Newton's Verſuchen dem Waſſer, dem Gummi, den Oehlen und den andern brennbaren Körpern eigen iſt, der Anweſenheit des Waſſerſtoffs in dieſen Körpern zuſchrieben. Ganz vorzüglich zeigt ſich dieſer Einfluſs des Waſſerſtoffs auf die Brechung des Lichtes im Ammoniak, welches aus Waſſerſtoff und Stickſtoff beſteht; denn das Ammoniakgas hat ein doppelt ſo groſses Brechungsvermögen, als die atmoſphäriſche Luft, und übertrifft das Waſſer an brechender Kraft. *)

Die groſse Geſchwindigkeit und die ausnehmende Feinheit der Theilchen geben dem Lichte zu Unterſuchungen ſolcher Art, worin man ſich deſſelben als Reagens bedient, den ganz eigenthümlichen Vorzug, daſs der Zuſtand gröſserer oder geringerer Verdichtung der Beſtandtheile eines Körpers, auf die brechende Kraft derſelben nur wenig Einfluſs hat, im Vergleich mit der ganzen Wirkung, welche dieſe Beſtandtheile einzeln auf das Licht durch Verwandtſchaft hervor bringen; einige äuſserſte Fälle ausgenommen, in denen die Verdichtungen ſehr beträchtlich ſind. Immer geben, (mit dieſen

*) Das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft, wie wir es oben, S. 367, Anm., berechnet haben, wird hier bei allen Zahlangaben der Brechungsvermögen anderer Körper = 1 geſetzt; und ſo verſtanden, iſt alſo das Brechungsvermögen des Waſſerſtoffgas 6,5 und das des Ammoniakgas 2. *Gilb.*

Ausnahmen,) die Produkte aus dem Brechungsvermögen jedes Beſtandtheils, in dem Antheile, der davon dem Gewichte nach in dem Körper vorhanden iſt, zuſammen addirt, das Brechungsmögen des ganzen zuſammen geſetzten Körpers.

Bei bloſsen Gemengen aus einfachern Subſtanzen, in welchen dieſe nicht innig an einander gebunden ſind, entſpricht das Brechungsvermögen der ganzen Mengung dieſer Regel vollkommen. So z. B. findet ſich das Brechungsvermögen der *atmoſphäriſchen Luft* nach den Beobachtungen genau dem gleich, welches die Rechnung für ein Gasgemenge giebt, das dem Volumen nach aus 0,21 Sauerſtoffgas, 0,787 Stickgas und 0,003 kohlenſaures Gas beſteht. Wenn man die Strahlenbrechung dieſen Antheilen der einfachern Gasarten gemäſs berechnet, ſo erhält man ſie gerade ſo, als unmittelbare Beobachtung ſie giebt.

Dieſes Geſetz erhält ſich auch noch in den chemiſchen Verbindungen, in welchen die Verdichtung der Beſtandtheile nicht ſehr ſtark iſt. So z. B. im *Ammoniakgas*, in welchem das Stickgas und das Waſſerſtoffgas durch Verdichtung auf die Hälfte des ganzen Raums, den ſie einzeln einnahmen, gebracht ſind. Die beobachtete Brechung deſſelben iſt genau dieſelbe, als die einer Mengung aus 0,805 Stickſtoff, (dem Gewichte nach,) und 0,195 Waſſerſtoff. Geſetzt alſo, man hätte bisher bloſs gewuſst, daſs das Ammoniak aus Stickſtoff und aus Waſſerſtoff beſteht, das genaue Verhältniſs aber, wornach beide

beide darin gemiſcht ſind, noch nicht gekannt, ſo hätte ſich dieſes durch Beobachtung ihres Brechungsvermögens eben ſo gut auffinden laſſen, als durch die chemiſche Analyſe. *)

Selbſt in der ſo feſten, ſo innigen, und im Vergleich mit den einzelnen Beſtandtheilen ſo aufſerordentlich verdichteten Verbindung des Waſſerſtoffs und des Sauerſtoffs, — im *Waſſer*, gilt noch dieſelbe Regel bis auf eine kleine Abweichung, welche ihren Grund entweder in dem Zuſtande der Verdichtung haben kann, worin ſich die kleinſten Theilchen dieſer Flüſſigkeit, verglichen mit ihrer gasartigen Verdünnung, befinden, — oder in dem Verſuche, durch den Newton das Brechungsvermögen des Waſſers beſtimmt hat, zu einer Zeit, wo alle Inſtrumente den jetzigen ſehr an Vollkommenheit nachſtanden. Nach dem Miſchungsverhältniſſe berechnet, welches die Herren von Humboldt und Gay-Luſſac in ihrer vortrefflichen Unterſuchung über die Eudiometrie für das Waſſer feſt ſetzen, **) findet ſich das Brechungsvermögen gleich

*) Umgekehrt läſst ſich hieraus und aus der vorigen Anmerkung das Brechungsvermögen des Stickgas, nach der Beobachtung der Herren Biot und Arrago, welches ſie nirgends angeben, berechnen. Es iſt $= \frac{2-6{,}5\,.\,0{,}195}{0{,}805} = 0{,}91$, voraus geſetzt, daſs das Brechungsvermögen des Ammoniakgas genau 2 ſey. *Gilb.*

**) *Annalen*, XX, 38. Höchſt wahrſcheinlich iſt hierunter das Verhältniſs von 2 Th. Waſſerſtoffgas

1,50, wenn das der atmosphärischen Luft gleich 1 gesetzt wird. Nach Newton beträgt aber, wenn man die Brechung des gelben Strahls für die mittlere nimmt, das Brechungsvermögen des Wassers 1,73; *) welches ungefähr um den achten Theil gröfser ist. Mehr als dieser Unterschied selbst, mufs es in Verwunderung setzen, dafs er nicht noch gröfser ist, wenn man die ungeheure Verdichtung bedenkt, welche der Wasserstoff und der Sauerstoff in dieser ihrer Verbindung erlitten haben. **)

Es schien den Herren Biot und Arrago von grofsem Interesse zu seyn, — nachdem die Genauig-

auf 1 Th. Sauerstoffgas, dem Volumen nach, zu verstehen, woraus die Verfasser das Mischungsverhältnifs nach Gewichtstheilen ihren specifischen Gewichtsangaben gemäfs werden berechnet haben. Denn das Gewichtsverhältnifs *Annalen*, XX, 74, pafst hier nicht. *Gilb.*

*) Newton setzt in seiner Tafel, (*Optics*, Ed. 3; auch *Opp. Ed. Horsley*, Vol. 4, P. 3, pr. 10,) das Brechungsvermögen der Luft so an, wie er es aus der astronomischen Strahlenbrechung und einer Dichtigkeit 0,0012 gefunden hatte. Hr. Biot scheint statt dessen das Brechungsvermögen der Luft, wie seine eignen Versuche es geben, gesetzt, und damit das von Newton berechnete Brechungsvermögen der übrigen Körper in den Angaben, die er Newton zuschreibt, verglichen zu haben. Für Wasser steht in Newton's Tafel 0,7845, und es ist $\frac{0,7845}{0,4550} = 1,72$. *Gilb.*

**) Der Dr. Hook glaubte ehemahls darin, dafs Eis

keit dieſes neuen Mittels, die Beſtandtheile durchſichtiger Körper zu erforſchen, durch alle dieſe Zuſammenſtellungen mit den Reſultaten der chemiſchen Zerlegung hinlänglich bewährt worden war, — durch dieſe ihre neue Methode der Analyſe die Auflöſung des groſsen Räthſels von den Beſtandtheilen der *Salzſäure* zu verſuchen. Zu dem Ende beobachteten ſie das Brechungsvermögen der Salzſäure in ihrem gasförmigen Zuſtande, nicht ohne groſse Schwierigkeit bei der Manipulation dieſes Gas. Sie fanden das Brechungsvermögen deſſelben ein wenig gröſser als das des Stickſtoffs. Dieſes beweiſt *erſtens*, daſs die Salzſäure keine Verbindung von Stickſtoff mit Sauerſtoff ſeyn kann; denn durch Gegenwart von Sauerſtoff wird das Brechungsvermögen des Stickſtoffs keinesweges vermehrt, ſondern verringert. *Zweitens* iſt es unmöglich, daſs die Salzſäure ein Waſſerſtoff-Oxyd ſey, das weniger Sauerſtoff als das Waſſer enthält; denn ihr Brechungsvermögen iſt ſehr viel kleiner als das des Waſſers. Dieſes Reſultat widerſpricht geradezu den Ideen des Herrn Pacchiani, gegen welche auch die directen Verſuche der Herren Biot und Thenard zeugen.

nicht ſo ſtark als Waſſer das Licht bricht, einen Beweis zu finden, daſs die Leichtigkeit des Eiſes nicht von Luftbläschen, ſondern von der ganzen Zuſammenſetzung herrühre, (Prieſtley's *Geſchichte der Optik*, Th. 1, S. 125.) *Gilb.*

Die Unterſuchung des Brechungsvermögens des *kohlenſauren Gas* hatte ein vorzügliches Intereſſe, theils weil Lavoiſier's Analyſe dieſes Gas dadurch verificirt werden konnte, theils weil der Kohlenſtoff in einer unzählbaren Menge durchſichtiger Körper als Beſtandtheil enthalten iſt, und nach den neuern Verſuchen den Diamanten faſt gänzlich ausmacht, deſſen Brechungsvermögen durch Newton's Beobachtungen bekannt iſt. Hier hat ſich indeſs eine Anomalie gezeigt. Die Verſuche geben das Brechungsvermögen des kohlenſauren Gas ein wenig kleiner, als das der atmoſphäriſchen Luft, und ein wenig gröſser als das des Sauerſtoffs. Nimmt man nun als die wahrſcheinlichſte Angabe der chemiſchen Conſtitution dieſes Gas, Lavoiſier's Analyſe zu Folge, 0,76 Sauerſtoff und 0,24 Kohlenſtoff dem Gewichte nach an; ſo würde daraus für den Kohlenſtoff ein Brechungsvermögen = 1,44, alſo ein kleineres Brechungsvermögen folgen, als das, welches dem Waſſer eigen iſt; jedes andere Miſchungsverhältniſs, worin des Sauerſtoffs weniger wäre, würde für den Kohlenſtoff ein noch kleineres Brechungsvermögen geben. Von andern flüſſigen oder feſten Körpern, welche Kohlenſtoff in bedeutender Menge enthalten, hat man bis jetzt leider nur ſehr wenige genaue Analyſen, aus denen ſich dieſes Brechungsvermögen mit mehr Zuverläſſigkeit berechnen läſst; ſonſt würden ſie auch dazu dienen können, die Angaben über das Miſchungsverhältniſs des kohlenſauren Gas zu berichtigen.

Nach Lavoisier besteht das *Olivenöhl* aus 0,21 Wasserstoff und 0,79 Kohlenstoff. Berechnet man diesem gemäfs, aus dem Brechungsvermögen des Wasserstoffs und dem des Kohlenstoffs, wie die Verfasser sie aus ihren Versuchen, (letzteres aus denen mit kohlensaurem Gas,) hergeleitet hatten; so erhält man für das Olivenöhl ein Brechungsvermögen von 2,50, das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt. *) Aus Newton's Versuchen findet sich aber das Brechungsvermögen des Baumöhls 2,73. **) Der Unterschied zwischen der Brechung und der Beobachtung ist also kaum $\frac{1}{9}$ des Ganzen, ***) und zwar von der Art, dafs man ihn als Wirkung der Verdichtung ansehen könnte. Hier also eine erste ziemlich genügende Bestätigung.

Eine zweite Bestätigung giebt die Analyse des *Alkohols*. Diese brennbare Flüssigkeit besteht nach Lavoisier aus 0,544 Sauerstoff, 0,166 Wasserstoff und 0,29 Kohlenstoff; und berechnet man hieraus das Brechungsvermögen des Alkohols, so findet es sich = 1,94. ****) Nach den Versuchen

*) Es ist nämlich 0,21 . 6,5 + 0,79 . 1,44 = 2,5026. *Gilb.*

**) In seiner Tafel steht es mit 12607, und es ist $\frac{1,2607}{0,4556} = 2,77$. *Gilb.*

***) Findet in keiner dieser Zahlen ein Druckfehler Statt, so beträgt der Unterschied nur $\frac{1}{72}$ der Beobachtung und $\frac{1}{77}$ der Berechnung. *Gilb.*

****) Hiernach würde das Brechungsvermögen des

Newton's beträgt daſſelbe 2,23. *) Der Unterſchied iſt $\frac{1}{9}$ des Ganzen, und ebenfalls ſo, daſs die Verdichtung ihn erklärt, welche bei dem Uebergange aus dem Gaszuſtande in den tropfbarer Flüſſigkeit Statt findet.

Nach der Analyſe der Herren Fourcroy und Vauquelin beſteht das *Gummi* aus 0,6538 Sauerſtoff, 0,1154 Waſſerſtoff und 0,2308 Kohlenſtoff. Daraus folgt ein Brechungsvermögen = 1,63. **) Aus Newton's Beobachtungen findet ſich das Brechungsvermögen des arabiſchen Gummi = 1,89. ***) Der Unterſchied beträgt $\frac{1}{7}$, und iſt gleichfalls der Erklärung durch Verdichtung günſtig.

Bei dem Mangel an genauen Analyſen von durchſichtigen Körpern, welche Kohlenſtoff in ihrer Miſchung enthalten, läſst ſich dieſe Zuſammenſtellung nicht weiter verfolgen. Doch ſcheinen die

Sauerſtoffs, den Verſuchen der Verfaſſer entſprechend, ſeyn: $\frac{1,94-(0,166 \cdot 6,5+0,29 \cdot 1,44)}{0,544} = 0,815$. *Gilb.*

*) Newton's Tafel giebt rectificirtem Weingeiſt vom ſpecifiſchen Gewichte 0,866 ein Brechungsvermögen 1,0121 und es iſt $\frac{1,0121}{0,4456} = 2,22$. *Gilb.*

**) Hiernach würde das Brechungsvermögen des Sauerſtoffs ſeyn = 0,837. *Gilb.*

***) Es iſt nach Newton's Tafel 8574, und $\frac{0,8574}{0,4556} = 1,88$. *Gilb.*

Beobachtungen auch dieſe Körper in Abſicht ihres Brechungsvermögens ziemlich ſo zu ordnen, wie es der Natur ihrer Beſtandtheile nach geſchehen müſste. Das heiſst, die Brechung iſt in denen am ſtärkſten, in welchen der Waſſerſtoff herrſcht; geringer in denen, in welchen der Kohlenſtoff vorſticht; und am kleinſten da, wo der Sauerſtoff die gröſste Menge ausmacht. So z. B. wird das Licht von Aether ſtärker als von Alkohol, von Terpenthinöhl ſtärker als von Baumöhl gebrochen; Kohlen-Waſſerſtoffgas bricht weniger als Waſſerſtoffgas, und deſto ſchwächer, je mehr es des Kohlenſtoffs enthält. *) Für ſich würde dieſes nicht viel Beweiskraft

*) Das Kohlen-Waſſerſtoffgas würde den Verfaſſern das beſte Mittel an die Hand gegeben haben, das Brechungsvermögen des Kohlenſtoffs aus einem brennbaren Körper mit Genauigkeit aufzufinden, und darin unſtreitig allen vegetabiliſchen Stoffen, (deren Analyſen insgeſammt bis auf mehrere Hundertel unzuverläſſig ſind,) ſehr vorzuziehen geweſen ſeyn. Daſs ſie keines Verſuchs mit dieſem Gas erwähnen, ſcheint mir anzuzeigen, daſs ſie über das Miſchungsverhältniſs deſſelben Zweifel gehabt haben müſſen. Möchte doch Gegenwärtiges ihnen Veranlaſſung werden, daſs ſie Henry's vortreffliche Abhandlung, von der ich dem Leſer eine freie Bearbeitung mit Erläuterungen in den *Ann.*, XXII, (1806, I,) 58, vorgelegt habe, und die in Frankreich noch ganz unbekannt zu ſeyn ſcheint, bei der Fortſetzung ihrer Unterſuchungen benutzten!

*Gilb.*

haben, erhält aber Bedeutung, wenn es mit den Reſultaten genauer Berechnungen überein ſtimmt.

Der *Diamant* macht hier jedoch eine groſse Ausnahme. Newton's Verſuchen zu Folge iſt das Brechungsvermögen des Diamanten = 3,2119; *) folglich faſt noch ein Mahl ſo groſs als das des Kohlenſtoffs, wie wir es ſo eben gefunden haben. Auf der bloſsen Verdichtung dieſes Stoffs, aus dem der Diamant beſtehen ſoll, läſst ſich eine ſo groſse Verſchiedenheit nicht erklären; denn auch im Gummi iſt der Kohlenſtoff als feſter Körper vorhanden, ohne daſs hier die Verdichtung einen ſo unverhältniſsmäſsigen Einfluſs auf das Brechungsvermögen deſſelben äuſsert. Auch müſste, wäre jener Grund der wahre, das Wachs viel ſtärker als Terpenthinöhl das Licht brechen; und doch thut es dieſes in viel geringerm Grade, indem es noch weit mehr als das Terpenthinöhl dem Diamanten im Brechungsvermögen nachſteht. „Was läſst ſich hieraus anders ſchlieſsen," ſagen die Herren Biot und Arrago, „als daſs der Diamant kein reiner Kohlenſtoff iſt; daſs vielmehr ſein groſses Brechungsvermögen auf Anweſenheit von Waſſerſtoff deutet, als dem Stoffe, der das Licht von allen am ſtärkſten bricht?" Und zwar müſste über $\frac{1}{9}$ der Maſſe des Diamanten aus Waſſerſtoff beſtehen, damit dem von Newton beobachteten Brechungsvermögen deſſelben Genüge

*) Nach Newton's Tafel 14556, und es iſt $\frac{1,4556}{0,4556}$ = 3,193. *Gilb.*

geſchehe, oder wenigſtens $\frac{1}{4}$ der Maſſe, ſollte hier verhältniſsmäſsig dieſelbe Verdichtung Statt finden, auf welche die vorigen Beobachtungen geführt haben.

Die Verfaſſer nehmen hiervon Gelegenheit, die erſte Klaſſe des Inſtituts aufzufordern, ſie in den Stand zu ſetzen, die Zerlegung des Diamants durch einen directen Verſuch mit aller der Vorſicht zu wiederhohlen, welche die Vermuthung, daſs er Waſſerſtoff in ſeiner Miſchung enthalte, nothwendig zu machen ſcheint. Wir wiſſen, daſs dieſes Geſuch bewilligt worden iſt, und es laſſen ſich von der Fortſetzung dieſer ihrer Arbeit noch ſehr intereſſante Reſultate erwarten.

Sie fordern zugleich die Chemiker auf, ihnen zu genauen Analyſen der durchſichtigen Körper behülflich zu ſeyn. „Von unſrer Seite", ſagen ſie, „werden wir es nicht verſäumen, unſre Beobachtungen über mehrere feſte und flüſſige Körper und über die Dämpfe auszudehnen; und vielleicht werden wir noch manches nützliche Reſultat der Analogie zu verdanken haben, welche uns Newton enthüllt hat. Denn ſchon jetzt ſcheinen dieſe Unterſuchungen weit genug geführt zu ſeyn, um uns ein Mittel an die Hand zu geben, die von den Chemikern gemachten Analyſen durchſichtiger Körper innerhalb gewiſſer Gränzen zu prüfen. Und iſt nicht ſchon an ſich das Reſultat ſehr merkwürdig, daſs man in die Miſchung der Körper ſo tief einzudringen, und die Natur und das Verhältniſs ihrer Beſtandtheile

so nahe zu erforschen vermag, durch blosse Hülfe eines mathematischen Instruments, des *Vervielfältigungskreises?*"

Die Herren Biot und Arrago bemerken, dass die Resultate und die Annäherungen, auf welche sie gekommen sind, dem Systeme der *Emission* des Lichtes sehr günstig sind, und gegen das System der *Undulation* zu sprechen scheinen. „Denn", sagen sie, „nach jenem Systeme ist es sehr begreiflich, dass das Brechungsvermögen der zusammen gesetzten Körper von dem Brechungsvermögen ihrer Bestandtheile abhängen muss: denn die anziehenden Kräfte müssen sich nach Verhältniss der Massen mit einander verbinden, und dass die Verdichtung so wenig Einfluss hat, ist blos ein Beweis der unglaublichen Entfernung, worin ein Lichttheilchen sich vom andern befindet, und ihrer ausnehmenden Feinheit, im Vergleich mit den Theilchen der Körper und des Abstandes dieser Theilchen von einander; Eigenschaften, worauf schon viele andere Phänomene geführt haben. Will man dagegen mit Huyghens und den Anhängern seiner Lehre annehmen, das Licht bestehe in Schwingungen einer sehr elastischen Materie und gehe nicht durch andere Körper hindurch, so wird jene so einfache Beziehung, worin die zusammen gesetzten Körper mit ihren Bestandtheilen stehn, völlig unbegreiflich; denn in diesem Falle müsste die grösere oder geringere Dichtigkeit der Mittel nothwendig einen sehr zusammen gesetzten Einfluss auf den Gang, die Richtung und die

Geſchwindigkeit der Lichtwellen haben, die ſich darin fortpflanzen; beſonders wenn im Gaszuſtande die Beſtandtheile einen zwei bis drei tauſend Mahl gröſsern Raum, als im tropfbaren Zuſtande einnehmen, wie das zum Beiſpiele mit dem Waſſerſtoff und Sauerſtoff des Waſſers der Fall iſt."

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Körper hat auch auf das wohl bekannte Phänomen der *Farbenzerſtreuung* durch das Prisma Einfluſs. Die Zerſtreuung ändert ſich im Allgemeinen mit der brechenden Kraft, und dieſes ſcheint zu beweiſen, daſs die kleinſten Theilchen der Körper eine etwas ungleiche Einwirkung auf die Lichttheilchen äuſsern. Auch auf dieſe Ungleichheit könnte man ein ähnliches noch feineres Mittel der Analyſe gründen; und es lieſse ſich aus der beobachteten Farbenzerſtreuung von tropfbaren Flüſſigkeiten auf die Zerſtreuung ſchlieſsen, welche in den Gasarten, aus denen ſie beſtehn, Statt findet, die aber bei der geringen Dichtigkeit derſelben ſo klein iſt, daſs ſie ſich nicht mehr ſchätzen läſst. So z. B. würde man die Zerſtreuungskraft der atmoſphäriſchen Luft aus der des Sauerſtoffs und des Stickſtoffs in derjenigen Flüſſigkeit, welche aus beiden beſteht, berechnen können.

Nicht bloſs für die Chemie, ſondern auch für die *Aſtronomie* iſt die Arbeit, von der wir hier Bericht ertheilt haben, von bedeutendem Nutzen. Die ſtrahlenbrechende Kraft der atmoſphäriſchen Luft, welche durch dieſe Verſuche beſtimmt worden iſt, macht eins

der mifslichſten und ſchwierigſten Elemente in der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung aus. Sie läſst ſich auf zwei verſchiedenen Wegen finden: aus einer groſsen Menge Beobachtungen am Himmel, und auf dem irdiſchen directen Wege, welchen die Verfaſſer eingeſchlagen haben. Herr Delambre, dem die Aſtronomie ſo viele andere ſchätzbare Reſultate verdankt, hat, zum Behuf ſeiner Sonnentafeln, vor kurzem das Brechungsvermögen der Atmoſphäre aufs neue nach den Formeln des Herrn De La Place unterſucht; und der Coefficient, welchen er aus mehr als 500 Beobachtungen abgeleitet hat, iſt der, welcher in der *Mécanique céleſte* gebraucht wird. *) Es findet ſich, daſs eine einzige der irdiſchen Beobachtungen unſerer Verfaſſer völlig ausreicht, dieſen Coefficienten des Herrn Delambre zu geben; denn keine ihrer Beobachtungen, welche man in der oben (S. 372) mitgetheilten Tabelle findet, weicht von demſelben um eine Gröſse

*) Herr Delambre hat, wie in der *Mécan. céleſte* angegeben wird, aus Beobachtungen der gröſsten und kleinſten Höhen circumpolarer Sterne die Strahlenbrechung in 50° ſcheinbarer Höhe, bei 0° Wärme und $0^{m},76$ Barometerſtand, gefunden = 186″,728; und hieraus berechnet Herr De La Place die Gröſse, welche er mit $L$ bezeichnet, = 187″,087 oder in Theilen des Halbmeſſers = 0,000293876. Es iſt aber, (*daſ.*, S. 246,) $L = \frac{\alpha}{1-2\alpha}$, welches den S. 372 angegebenen Werth von $L$ = 0,000294047 giebt. *Gilb.*

ab, die noch in Betracht käme, und das Mittel aus allen beſtimmt ihn ſo, daſs daraus in dem Orte der Sterne in 45° Höhe kein Unterſchied von $\frac{1}{2}$ Secunde entſteht; eine Uebereinſtimmung, die in der That höchſt merkwürdig, und ganz dazu gemacht iſt, dieſen Beobachtungen völliges Zutrauen zu erwerben.

Ein nicht minder intereſſantes Reſultat dieſer Arbeit iſt die Gewiſsheit, welche ſie uns giebt, daſs das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft ihrer Dichtigkeit, bis zum äuſserſten Grade der Verdünnung, genau proportional bleibt. Dieſes Geſetz läſst ſich jetzt ohne alles Bedenken ſo wohl bei der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, als bei der Reduction der Beobachtungen zum Grunde legen. Die Refractionstafeln, welche das Längenbüreau in Frankreich ganz vor kurzem heraus gegeben hat, gründen ſich auf dieſes Geſetz, auf den Coefficienten des Herrn Delambre und auf die vortreffliche Analyſe des Herrn De La Place; ſie haben daher alle Vollkommenheit, welche die Aſtronomen je werden wünſchen können.

Endlich iſt für die Aſtronomie auch die Beſtimmung des Coefficienten für Höhenmeſſungen durch das Barometer, oder des genauen Verhältniſſes der ſpecifiſchen Gewichte von Luft und Queckſilber, nicht ohne Nutzen. Denn hiervon hängt die Höhe ab, welche die Atmoſphäre haben würde, wenn ſie durchgehends gleich dicht wäre, und auch dieſes iſt

eins der Elemente der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung.

Folgender Maſsen beſchlieſsen die Herren Biot und Arrago ihre Abhandlung:

„Wir glauben aus unſern Unterſuchungen noch eine andere nicht minder wichtige Folgerung ziehen zu können; ſie erfordert indeſs, daſs wir kürzlich an das erinnern, was die Phyſiker und Chemiker über die Natur und über die Miſchung der Atmoſphäre dargethan haben. Lord Cavendiſh iſt der erſte geweſen, der zu beweiſen ſuchte, daſs die beiden Elemente der atmoſphäriſchen Luft in ihr ſtets nach einerlei Verhältniſs vorhanden ſind, an allen Orten und bei allen Temperaturen, die auf der Erde Statt finden. Dieſes groſse Reſultat iſt durch die Verſuche beſtätigt worden, welche ſeitdem die Herren De Marti in Spanien, Berthollet in Aegypten und Frankreich, und Davy in England und mit Luft, welche Beddoes von der Küſte von Guinea erhalten hatte, angeſtellt haben. *) Doch einen der ſchönſten Verſuche in dieſer Hinſicht verdanken wir Herrn Gay-Luſſac, der aus einer Höhe von 6900 Mètres, der gröſsten, die ein Menſch erreicht hat, zu der er ſich in einem Luftballon erhoben hatte, Luft mit herab gebracht, und ſie zugleich mit Luft, wie ſie an der Oberfläche der Erde iſt, zerlegt hat; **)

*) *Annalen*, XX, 83, Anm. *Gilb.*

**) *Annalen*, XX, 36. *Gilb.*

beide enthielten dieſelben Beſtandtheile und nach demſelben Verhältniſſe, welches beweiſt, daſs die Conſtitution der Atmoſphäre in dieſen groſsen Höhen ganz dieſelbe als an der Oberfläche der Erde iſt. Dieſe Reſultate ſind noch beſſer beſtätigt worden durch die Verſuche, welche die Herren von Humboldt und Gay-Luſſac ſeitdem gemeinſchaftlich über die Eudiometrie angeſtellt haben. Luft an der Oberfläche der Erde hat an verſchiedenen Tagen, bei verſchiedener Witterung und Temperatur, in ihrer Miſchung keine Verſchiedenheit gezeigt; immer fand ſich in ihr dem Volumen nach 0,21 Sauerſtoff, 0,787 Stickſtoff und 0,003 Kohlenſäure."

„Ich ſelbſt habe Gelegenheit gehabt, dieſes groſse Geſetz der Natur während einer Alpenreiſe, die ich im vorigen Jahre gemacht habe, zu beſtätigen. Die atmoſphäriſche Luft, welche ich an den verſchiedenſten Orten, in tiefen Thälern, auf hohen Bergen, an den Ufern des Genfer und des Neufchateler Sees, auf den Gletſchern von Chamouni, auf dem Col de Balme, im Walliſerlande, auf dem groſsen St. Bernhard, zu Turin und zu Grenoble analyſirt habe, zeigte mir überall einerlei Miſchung."

„Nun haben wir aber aus den vorhin erzählten Verſuchen gefunden, daſs das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft dem Brechungsvermögen ihrer Beſtandtheile genau entſpricht. Folglich muſs überall auf der Erde, bei gleicher Dichtigkeit, die

brechende Kraft der atmoſphäriſchen Luft dieſelbe ſeyn. Die von den Mathematikern und Aſtronomen in Europa nach ihren Beobachtungen berechneten Refractionstafeln gelten daher ohne alle Abänderung an allen Orten der Erde, es ſey denn, das Brechungsvermögen der Luft verändere ſich mit der Wärme, worüber uns die Verſuche belehren werden, die wir während dieſes Sommers anzuſtellen hoffen."

„Wir haben uns in dieſer Abhandlung bemüht, den Phyſikern und den Chemikern einige nützliche Reſultate zu übergeben, die auf exacten Beobachtungen und Berechnungen beruhn. Wir haben geſucht, alle phyſikaliſche Data, welche bei der Theorie der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre, zum Grunde gelegt werden, und die man bis jetzt aus den aſtronomiſchen Beobachtungen gefolgert hatte, durch directe Verſuche zu beſtimmen. Und in dieſer Hinſicht haben wir hauptſächlich die Beantwortung der Fragen vor Augen gehabt, welche der Verf. der *Mechanik des Himmels* in ſeinem zehnten Buche aufwirft, und wir wünſchen die Gegenſtände, auf welche Herr De La Place hier die Phyſiker aufmerkſam macht, der Entſcheidung näher gebracht zu haben.

## II.

## NOTIZ

*des Hrn.* De La Place *von ſeiner Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung,*

*(und von neuern Verſuchen des Herrn* Gay-Luſſac *über die Ausdehnung der Luft durch Wärme.)* *)

Die Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung iſt durch die Beziehung, in der ſie mit der allgemeinen Anziehung ſteht, und durch ihren Einfluſs auf die Beobachtungen der himmliſchen Körper gleich intereſſant und wichtig. Die Luft, durch welche hindurch wir die Sterne ſehn, lenkt die Strahlen derſelben nach Geſetzen ab, die der Aſtronom ſo genau als möglich kennen muſs. Sie hängen von der Conſtitution der Atmoſphäre ab, und

*) Entlehnt aus der Vorrede des *Traité de Mécanique céleſte par* M. La Place, t. 4, Paris 1805, p. XXf. Das zehnte Buch dieſes Werks beſtimmte Herr De La Place verſchiedenen Unterſuchungen, welche mit der Mechanik des Himmels in einiger Beziehung ſtehen, und in der Vorrede ſchildert er den Gang, den er genommen hat, und der ihn, wie der Leſer aus dem vorigen Stück der Annalen weiſs, ſpäterhin viel weiter führte, als er ſelbſt geahndet zu haben ſcheint. *Gilb.*

von den Veränderungen, welche im Drucke und in der Wärme der Luft Statt finden. Ich habe zu Anfang des zehnten Buchs der himmlischen Mechanik die Analyse derselben umständlich entwickelt; sie erfordert besondere Kunstgriffe, wenn der Stern sehr nahe beim Horizonte ist. Die Brechung, welche die Strahlen leiden, hängt in diesem Falle von dem Gesetze ab, wornach die Wärme in den höhern Luftschichten abnimmt. Das von mir aufgestellte Gesetz gewährt nicht nur eine leichte Rechnung, sondern stellt auch zu gleicher Zeit, die Versuche über diese Abnahme der Wärme, die Beobachtungen der Refractionen, und die Barometerstände in verschiedenen Höhen dar. Glücklicher Weise hängt die Strahlenbrechung, wenn die Höhe des Sterns über 11 bis 12 Grad ist, nur noch allein von dem Zustande der Luft am Orte des Beobachters ab, und diesen Zustand zeigen unsre meteorologischen Instrumente. Bei gleichen Temperaturen ist das Volumen derselben Luftmasse dem Drucke, den sie leidet, verkehrt proportional; um aber auf die Variationen eines Luftvolumens aus denen eines Queckfilberthermometers schliefsen zu können, mufs man aufs genaueste wissen, in wie weit der Gang dieses Instruments mit dem eines Lufttthermometers überein stimmt.

Herr Gay - Luſſac hat hierüber eine grofse Zahl sehr genauer Versuche angestellt. Er hat die äufserste Sorgfalt angewendet, mehrere Queckfilber - und Lufttthermometer richtig zu graduiren,

und besonders die Glasröhren, aus denen er die Thermometer verfertigte, vollkommen zu trocknen; denn die Feuchtigkeit derselben ist die Hauptursache der Verschiedenheit in den Resultaten gewesen, welche die Physiker in diesen Versuchen erhalten hatten. Diese Thermometer tauchte er in dasselbe Wasser von der Temperatur des schmelzenden Eises, und in dasselbe kochende Wasser; und so fand er im Mittel aus einer grosen Menge von Resultaten, nachdem sie wegen der Ausdehnung des Glases und wegen der Veränderung des Barometerstandes während der Versuche corrigirt worden waren, dass eine Luftmasse, welche in der Temperatur des schmelzenden Eises den Raum 1 einnimmt, in der Temperatur des kochenden Wassers sich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 0,76 Mètres, (28 par. Zoll,) Barometerhöhe ausdehnt. *) Tobias Mayer, ein eben so genauer Physiker als grosser Astronom, hatte durch Versuche, für deren Genauigkeit er gut sagte, gefunden, dass bei dieser Temperaturveränderung die Luft sich von dem Volumen 1 bis zu dem von 1,380 ausdehne, welches nur sehr wenig von dem vorher gehenden Resultate abweicht, mit welchem auch die Versuche des Dr. Dalton vollkommen übereinstimmen. **)

*) Man vergl. den folgenden Aufsatz. *Gilb.*

**) Wo auch nicht vollkommen, doch so nahe, als es bei der Art, wie Dalton's Versuche angestellt sind, nur immer verlangt werden kann. Mit

Um zu prüfen, ob ein Luft- und ein Queckſilber-Thermometer in ihrem Gange überein ſtimmen, theilte Herr Gay-Luſſac den Raum, um wel-

dem Verſuche Tobias Mayer's iſt wahrſcheinlich der Verſuch gemeint, welchen Herr Hofrath Mayer in Göttingen in ſeiner belehrenden Schrift: *Phyſik.-mathem. Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht und Anwendung auf das Höhenmeſſen vermittelſt des Barometers*, Frankf. 1786, S. 75, umſtändlich beſchreibt, der aber ihm, nicht ſeinem Vater, gehört. Er wurde am 23ſten Januar 1786 mit einem Amontons'ſchen Luftthermometer angeſtellt, das Herr Mayer genau calibrirt hatte. Die Kugel dieſes Luftthermometers ſammt dem Halſe derſelben faſste 3072 Gran Queckſilber, bei einer Temperatur von 0° R.; und die Luft, welche ſich in ihr befand, nahm bei dieſer Temperatur, unter einem Drucke von 27″ 1‴ par. Barometerhöhe und 3″ 11‴,8 Queckſilberhöhe, das Volumen von 2443,3 Gran Queckſilber ein. Als das Inſtrument in kochendes Waſſer getaucht wurde, nahm das Volumen der Luft in der Kugel, unter einem Drucke von 27″ 1‴ + 14″ 9‴,6 Queckſilberhöhe, das Volumen von 2512,2 Gran Queckſilber ein. Die Druckhöhen vermehrt Herr Mayer wegen des Einfluſſes der Capillarität beide um 3″. Da nun das Volumen der Luft bei gleichem Drucke dem beobachteten Volumen und dem Drucke, unter dem dieſes ſteht, direct proportional iſt; ſo iſt nach dieſen Verſuchen das Volumen der Luft

bei 0° R.: bei der Hitze des unter 27″ 1‴ Barometerhöhe ſiedenden Waſſers = (2443,3 : 2512,2) + (376‴,6 : 506‴,4), das iſt = 1 : 1,382.

chen die thermoſkopiſchen Flüſſigkeiten in beiden Thermometern ſich vom Froſt- bis zum Siedepunkte des Waſſers ausdehnen, genau in zwei gleiche

Hierbei iſt aber noch mehreres nicht in Rechnung gebracht:

1. Die Ausdehnung des Queckſilbers, welche wegen der Art, wie nach dem Queckſilberſtande das Luftvolumen in der Kugel berechnet wurde, dieſes Volumen ſcheinbar vergröſserte, auch einen ſcheinbar gröſsern Druck gab, als der ſpecifiſch leichter gewordenen Queckſilberſäule wirklich zukam. Hr. Mayer nimmt an, das Queckſilber dehne ſich von o bis 80° R. Wärme um 0,0156 ſeines Volumens aus; und berechnet hiernach das wegen der Ausdehnung des Queckſilbers corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze = 1,370. Nach den Verſuchen von De La Place und Lavoiſier beträgt aber jene Ausdehnung $\frac{1}{54,12} = 0,0184$. Wird hiernach die Berechnung verändert, ſo verwandeln ſich in der obigen Proportion die hintern Glieder in folgende: 2500,8 und 503.

2. Die Ausdehnung des Glaſes bringt Herr Hofrath Mayer nicht mit in Anſchlag. Sie erweiterte den Raum der Kugel und der Röhre des Luftthermometers, der bei o° Wärme dem Volumen von 3170 Gran Queckſilber gleich war, (die Röhre ſo weit gerechnet, als in ihr das Queckſilber bei 80° Wärme ſtand,) und verminderte alſo ſcheinbar die Ausdehnung der Luft. Herr Soldner giebt in dem folgenden Aufſatze eine ſehr leichte Methode an, den Einfluſs zu berechnen, den die Ausdehnung der Gefäſse durch Wärme hat. Ihr

Theile, wodurch er in jedem den 5ofsten Grad der Centenfimalfcale erhielt. Darauf tauchte er fie in Waffer von diefer Temperatur, und fand, dafs der

zu Folge betrug fie in diefem Falle fo viel als das Volumen von 3170 . 3 . 0,00083 = 11,7 Gran Queckfilber. Dadurch wird aus 2500,8 in 1, 2512,5; und alfo das wegen der Ausdehnung des Queckfilbers und des Glafes corrigirte Volumen der Luft in der Siedehitze $= \frac{2512,5}{2443,3} \cdot \frac{505}{370,6} = 1,373$.

3. Da der Verfuch bei einem Barometerftande von 27″ 1‴ angeftellt wurde, fo hatte das kochende Waffer eine geringere Wärme als 80° R.; und zwar von 79°,34 R., wenn man nach der fehr einfachen Formel rechnet, welche Herr Soldner hierfür in den *Annalen*, XVII, (1804, 2,) 63, gegeben hat. Zu diefer Temperatur gehört die eben berechnete Ausdehnung, und alfo zu einer Wärme von wahren 80° R., ein Volumen der Luft $1,373 + 0,373 \cdot \frac{0,66}{80} = 1,376$.

Nach allen Correctionen ftimmt alfo diefer Verfuch unerwartet genau mit dem Refultate des Herrn Gay-Luffac überein, und doch fagt Herr Mayer nicht, dafs er Röhre und Queckfilber zuvor forgfältig getrocknet, oder gar das Luftthermometer ausgekocht habe. Lambert's ganz ähnlicher Verfuch gab 1,375, und felbft die minder vollkommenen Verfuche von Amontons, Cruquius u. a. in Luftthermometern weichen nicht fehr weit von der Wahrheit ab. Kann vielleicht in der Kugel kein Dampf beftehen, auch wenn fie in fiedendes Waffer getaucht wird, weil dann der Druck in derfelben um die Hälfte gröfser, als der

Stand beider immer nur höchſt wenig verſchieden, und bald das eine, bald das andere das höhere war, ſo daſs ein Mittel aus 20 Verſuchen zwiſchen dem

Luftdruck, die Kraft der Verdampfung aber nur dem Luftdrucke gleich iſt? Wenn in der rings umſchloſſenen Kugel der Dampf den ganzen Druck des Queckſilbers und der Atmoſphäre, (vermittelſt deſſelben,) aushalten müſste, ſo würde allerdings in ihr kein Dampf beſtehen und das Volumen der Luft ſcheinbar vergröſsern können; allein nach Dalton's Vorſtellung kömmt in dieſem Falle nur ein Theil des Drucks auf den Dampf, der übrige auf die Luft, (vergl. *Annalen*, XV, 48 f.;) und ſo ſehr dieſe Vorſtellung mit allen Geſetzen der Hydroſtatik im Widerſpruche zu ſeyn ſcheint, ſo ſprechen doch dafür nicht bloſs Dalton's Verſuche, ſondern auch, (wie ich daſ., S. 42, gewieſen habe,) ein Verſuch des Herrn Prof. Schmidt. Darin kann kein weſentlicher Unterſchied liegen, daſs im Lufthermometer die Luft im Innern der Kugel bei ziemlich unverändertem Volumen bleibt, und nur ihre Elaſticität verändert; während im Varignon'ſchen Manometer und in ähnlichen Vorrichtungen der Druck conſtant iſt, und das Volumen der Luft ſich dem gemäſs ändert; denn auch der Schmidt'ſche Verſuch mit völlig feuchter Luft wurde in einer Art von Lufthermometer angeſtellt. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, daſs die Kugeln der Amontons'ſchen Lufthermometer gar keine, oder nur höchſt wenig tropfbare Flüſſigkeit enthalten, weil man ſie, gleich nachdem die Kugel geblaſen iſt, mit Queckſilber zu füllen pflegt.

Der in einem Varignon'ſchen Manometer mit

Stande beider keinen merkbaren Unterſchied gab; woraus man ſchlieſsen muſs, daſs vom Nullpunkte bis zum Siedepunkte des Waſſers der Gang des Luftthermometers und der des Queckſilberthermometers ſehr nahe derſelbe iſt. *)

vieler Sorgfalt ausgeführte Verſuch des Hrn. Luz, (*Ann.*, XIV, 271,) gab für völlig trockne Luft, (im Manometer war Queckſilber ausgekocht und die Luft zuvor durch Salze getrocknet worden,) als das Inſtrument in Waſſer getaucht wurde, das unter 27″ Barometerſtand kochte, eine Ausdehnung von 1,3775, wobei auf die Ausdehnung des Glaſes nicht geſehn iſt. Dieſes würde für ganz trockne Luft bei 80° R. ein Volumen von 1,383 geben. Völlig zufrieden war Herr Luz mit dieſem Verſuche noch nicht. *Gilb.*

*) Dalton ſchloſs aus ganz ähnlichen Verſuchen, das Queckſilber dehne ſich mit zunehmender Wärme verhältniſsmäſsig ſtärker als die Luft aus, (*Annalen*, XII, 313; XIV, 274;) ein Reſultat, welches dieſe ſo genauen Verſuche widerlegen. Auch der eben erwähnte Verſuch des Herrn Luz machte dieſes zweifelhaft. — Bei der groſsen Wichtigkeit dieſer Verſuche glaube ich hier noch herſetzen zu müſſen, was Herr De La Place von ihnen in dem Werke ſelbſt, p. 270, ſagt:

„Ueber die Ausdehnung der Luft durch die Wärme haben mehrere Phyſiker Unterſuchungen angeſtellt. Ihre Reſultate weichen bedeutend von einander ab. Ich habe Herrn Gay-Luſſac gebeten, dieſe Verſuche mit aller möglichen Sorgfalt zu wiederhohlen, und beſonders auf die Genauigkeit der Eintheilung der Luft- und Queckſil-

Mehr als dieſe Reſultate bedarf man zur Berechnung der Strahlenbrechung nicht, da es bei ihr nur darauf ankömmt, die Dichtigkeit der Luft zu kennen, welche den beobachteten Barometer- und Thermometer-Ständen entſpricht. Aber in der

ber-Thermometer, und darauf zu ſehen, daſs Luft und Röhren, die er nehmen würde, vollkommen trocken wären; denn es ſcheint mir, daſs von der Feuchtigkeit derſelben die Verſchiedenheit in den Reſultaten der Phyſiker vorzüglich herrührt. Er hat im Mittel aus 25 Verſuchen gefunden, daſs, wenn man die Ausdehnung des Glaſes und die Veränderung des Barometerſtandes während jedes Verſuchs mit in Rechnung bringt, ein Luftvolumen, das in der Froſtkälte durch 1 ausgedruckt wird, in der Wärme des unter 0,76 Mètres Barometerhöhe kochenden Waſſers, zu 1,375 wird. Er hat ferner beobachtet, daſs, wenn das Luftthermometer auf 50° ſteht, das Queckſilberthermometer gleichfalls 50° zeigt, indem das Mittel aus den 25 angeführten Verſuchen keine merkbare Verſchiedenheit gab. Alſo ſcheinen beide Thermometer von 0° bis 100° einerlei Gang zu haben. Bezeichnet man folglich mit $x$ die Menge von Centeſimalgraden eines Queckſilber-Thermometers, ſo iſt das Volumen der Luft in der Temperatur von $x$ Grad $= 1 + 0{,}00375 \cdot x$. Nehmen wir zur Einheit die Dichtigkeit der Luft bei 0° Wärme und $0^m{,}76$ Barometerhöhe, ſo wird bei einem andern Barometerſtande $0^m{,}76\,(1 + y)$, der auf 0° Temperatur reducirt iſt, (welches ſich immer ſehr leicht thun läſst, da das Queckſilber ſich für jeden Grad des Centeſimalthermometers um $\frac{1}{5412}$ ausdehnt,) und

Theorie von der Wärme ist es nöthig, die Grade wahrer Wärme kennen zu lernen, welche zu den Graden des Queckſilber-Thermometers gehören. Dazu würden die hier erwähnten Verſuche uns mit vieler Genauigkeit führen, wenn die Zunahme wahrer Wärme in einer Luftmaſſe, bei unverändertem Drucke, der Zunahme ihres Volumens genau proportional wäre. Dieſe Hypotheſe iſt zum mindeſten ſehr wahrſcheinlich; denn geſetzt, das Volumen der Luft bleibe daſſelbe, während ihre Wärme zunimmt, ſo iſt ſehr natürlich, zu glauben, daſs ihre Kraft der Elaſticität, von der die Wärme die Urſache iſt, in

für eine Temperatur von $x$ Grad, die Dichtigkeit der Luft ſeyn $= \frac{1+y}{1+0{,}00375 \cdot x}$."

Hier noch das Reſultat des fortgeſetzten Verſuchs des Herrn Hofraths Mayer, von dem in der vorigen Anmerkung die Rede war. Aus der letzten Zahl ſcheint zu erhellen, daſs auf die Ausdehnung wegen des Queckſilbers bei allen Zahlen geſehn iſt; die wegen des Glaſes wächſt gleichförmig, und iſt daher hier ohne weſentlichen Einfluſs. Die Temperaturen ſind alle nach der wahren reaum. Scale ausgedruckt.

Tem. 0°; 10°,8; 30°,9; 41°,3; 50°,5; 58°,5; 64°,4; 70°,4; 79°,3
d. Vol. 1; 1,051; 1,149; 1,196; 1,241; 1,277; 1,307; 1,332; 1,370

Nun iſt 79°,3 — 41°,3 = 38° und 1,370 — 1,195 = 0,175, und es verhält ſich 41,3 : 38 = 11,195 : 0,179. Nach dieſem Verſuche wäre alſo die Luft in ihrer Ausdehnung hinter dem Queckſilber zurück geblieben, wären hier nicht 0,175 und 0,179 für vollkommen gleich zu nehmen. *Gilb.*

demſelben Verhältniſſe zunehmen werde. Brächte man ſie in dieſem neuen Zuſtande unter den vorigen Druck, ſo würde ihr Volumen ſich in dem Maaſse ausdehnen, als ihre Elaſticität gröſser iſt, und folglich im Verhältniſſe der Temperatur. Aus dieſem Grunde ſcheint mir das Luftthermometer die Veränderungen der Wärme ſelbſt genau zu zeigen.*) Da es aber ſchwer zu machen iſt, ſo können wir uns damit begnügen, daſs der Gang deſſelben mit dem des Queckſilberthermometers ein für alle Mahl durch genaue Verſuche verglichen worden iſt.

Bis jetzt hat man bei der Berechnung der Strahlenbrechung noch nicht auf den Stand des Hygrometers geſehen. Es wäre zu wünſchen, daſs man durch directe Verſuche den Einfluſs zu beſtimmen ſuchte, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung äuſsert. Ich habe verſucht, dieſes inzwiſchen unter der Vorausſetzung zu ergänzen, daſs die brechende Kraft des Waſſers und des Waſſerdampfs zu einander in dem Verhältniſſe ihrer Dichtigkeit ſtehen.**) Unter dieſer wahrſcheinlichen Hypotheſe hat der Waſſerdampf eine ſtärkere brechende Kraft, als Luft von gleicher Dichtigkeit; da aber bei gleichem Drucke die Luft dichter als der Waſſerdampf iſt, ſo werden die Strahlen von dem in der Atmoſphäre verbreiteteten Waſſerdampfe

*) Man vergl. hiermit die Gedanken Dalton's, *Annalen*, XIV, 287. *Gilb.*

**) Herrn De La Place iſt alſo brechende Kraft und Brechungsvermögen nicht einerlei. *Gilb.*

nahe eben so gebrochen, als sie es von der Luft werden würden, an deren Stelle er sich befindet; und daher ist der Einfluss der Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung fast unmerklich. *) Dieses

*) „Ich nehme hierbei an," (sagt Herr De La Place, p. 274 des Werks,) „dass das Brechungsvermögen des Wassers im tropfbaren und im Dampfzustande dasselbe sey. Dieses ist in der That die natürlichste Hypothese, die sich machen lässt, und der analog, welche man in der Theorie der Strahlenbrechung macht, dass die Grösse, [sie kömmt auf die S. 366, Anm., angegebene $\frac{i^2-1}{\varrho}$ hinaus,] mit der Dichtigkeit der Luft sich nicht verändere. Beim Uebergange aus dem leeren Raume in Wasser ist das Brechungsverhältniss, oder $i$, nach Newton $\frac{229}{300}$. Ferner folgt aus den Versuchen Dalton's, Sauffure's und Watt's, dass bei gleicher Elasticität und Temperatur die Dichtigkeit des Wasserdampfs $\frac{10}{16}$ von der Dichtigkeit der Luft ist. Endlich ist nach Lavoisier die Luft bei 12°,5 Wärme und $0^m,76$ Druck 842 Mahl specifisch leichter als Wasser. — —" Hieraus folgt für Wasserdampf von derselben Temperatur ein Brechungsvermögen = 0,00066552, und für Wasserdampf bei 0° Wärme von 0,00069966, und dieses ist nur wenig grösser als das Brechungsvermögen der Luft, das bei gleicher Wärme und gleichem Drucke, 0,00058916 ist, (S. 367, Anm.) Herr De La Place berechnet hieraus folgende Zunahmen der Refraction, bei höchster Feuchtigkeit der Luft von 15 bis 40° Temperatur, die scheinbare Höhe $H$ gesetzt:

Cent. Therm. 15° ; 20° ; 25° ; 30° ; 35° ; 40°

Zun. d. Refr. $0'',563$; $0'',744$; $0'',977$; $1'',274$; $1'',651$; $2'',122 \times \operatorname{tg} H$

beſtätigen einige Beobachtungen von Mittagshöhen, bei denen die Sonne hinter Wolken ſtand, durch die man den Sonnenrand deutlich ſehen konnte; die Strahlenbrechung ſchien durch dieſen Umſtand nicht verändert zu werden.

Die Feuchtigkeit der Luft hat alſo nur einen ſehr wenig merkbaren Einfluſs auf die Strahlenbrechung; im Fall äuſserſter Feuchtigkeit diene indeſs, ſagt Herr De La Place, dieſe Tafel zur Correction der Strahlenbrechung, und aus dem Hygrometerſtande laſſe ſich das Verhältniſs der wirklich vorhandenen Waſſerdampfs zu dieſem Falle äuſserſter Feuchtigkeit abnehmen. — Dieſes iſt unſtreitig die Tafel, nach welcher die Herren Biot und Arrago die Correction wegen des Hygrometerſtandes in ihren Refractionsverſuchen berechnet haben, (S. 360.) Iſt ein Zweifel gegen eine Behauptung, welche Herrn De La Place zu ihrem Urheber hat, nicht allzu gewagt, ſo würde ich hiergegen das Bedenken erheben, daſs Herrn De La Place's Berechnung der Dichtigkeit des Waſſerdampfs ſich auf das ſpecifiſche Gewicht des *ſiedend heiſsen* Waſſerdampfs bezieht. Mir ſchienen Dalton's und Sauſſure's Verſuche auf ein ſehr viel geringeres ſpecifiſches Gewicht des Waſſerdampfs in niedrigern Temperaturen zu führen, (*Annalen*, XV, (1803, 9,) 53,) und es iſt mir kein Trugſchluſs in der Berechnung daſelbſt ſeitdem aufgefallen. Sie giebt mir das ſpecifiſche Gewicht des Dampfs von Waſſer, das in einem eingeſchloſſenen Luftraume unter einem Drucke von 27,433 par. Zoll Queckſilberhöhe, bei 15° Wärme, im Maximo verdunſtet, 52534 Mahl geringer als

Bekanntlich ist die atmosphärische Luft eine Mengung aus zwei Gasarten, Stickgas und Sauerstoffgas. Es ist wahrscheinlich, dafs beide nicht einerlei brechende Kraft haben; und dann würde die brechende Kraft der Atmosphäre geändert werden, so oft sich das Verhältnifs beider Gasarten veränderte. Es folgt indefs aus den zahlreichen und sehr genauen Versuchen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac, dafs dieses Verhältnifs an der Oberfläche der Erde sehr nahe constant ist; und dasselbe hatte der letztere in Luft gefunden, die er in einem Aerostate aus einer Höhe von mehr als 6500 Mètres mit herab gebracht hatte.

das specifische Gewicht des Wassers bei 0° R., (bei der Wärme, bei der ein par. Kubikfufs Wasser 70 par. Pfund wiegt;) und ein solcher Dampf mufs ein 46,34 Mahl geringeres spec. Gewicht haben, als der Dampf von Wasser, das unter demselben Drucke im luftleeren Raume kocht: weil nämlich, Dalton's Gesetz zu Folge, von dem Drucke, welchen feuchte Luft leidet, nur ein Theil auf den Dampf darin wirkt, und zwar nur so viel, dafs dadurch der Expansivkraft des Dampfes das Gleichgewicht gehalten wird; eine Ansicht, von der es zu wünschen wäre, dafs einige mathematische Physiker sie näher erörterten. Da nach der Soldner'schen Formel, (*Annalen*, XVII, 161, und der folgende Auff.,) zu einem Drucke von 27″,483 eine Siedehitze von 79°,6 R. oder 211°,1 F. gehört, so würde dieser Rechnung zu Folge das specifische Gewicht des unter einem Drucke von 28″ Queck-

Das Brechungsvermögen der Atmosphäre läfst sich entweder durch directe Versuche mit Luft, als einem brechenden Mittel, oder durch astronomische Beobachtungen auffinden. Die grofse Zahl und die Genauigkeit der Beobachtungen dieser Art, in deren Besitz wir sind, hat mich für die letztere Methode entschieden, und ich habe aus ihnen für die Strahlenbrechung über 12 Grad scheinbarer Höhe, eine Formel abgeleitet, die ich für sehr genau halte, wenigstens im Falle das Brechungsvermögen der Luft, der Dichtigkeit derselben genau proportional ist, und weder Temperatur noch Feuchtigkeit einen merklichen Einfluss auf dieses ihr Brechungsvermö-

silberhöhe siedenden Wassers seyn $= \frac{29{,}47}{30} \cdot \frac{1133}{1113}$ Mahl kleiner, als das specifische Gewicht des Wassers bei 0° Wärme, und, (setzt man nach S. 367 a das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft bei 28″ Druck und 0° Wärme $= \frac{1}{772{,}25}$,) $\frac{772{,}5}{1113} = \frac{10}{14{,}4}$ vom specifischen Gewichte der Luft unter 28″ Druck und von 0° Wärme; (welches fast genau mit der Rechnung des Hrn. De La Place übereinstimmt;) aber nur $\frac{1}{2}$ von dem spec. Gewichte gleich heifser Luft unter 28″ Druck. — Das spec. Gewicht des in völlig feuchter Luft von 15° R. Wärme unter einem Drucke von 28″ Queckfilberhöhe verbreiteten Wasserdampfs, würde dagegen vom specifischen Gewichte gleich warmer atmosphärischer Luft unter 28″ Druck, nur $\frac{10}{14{,}4} \cdot \frac{1}{46{,}54} \cdot 1{,}075$, das ist $\frac{1}{62}$, betragen. *Gilb.*

gen haben; drei Sachen, von denen zu wünschen wäre, dafs sie durch eine grofse Menge von Beobachtungen und Verfuchen verificirt würden. Dazu würde ich vorzüglich Beobachtungen der Mittagshöhen einiger Sterne, die nicht höher als 12 bis 15 Grad über den Horizont herauf fteigen, bei grofser Kälte und grofser Hitze, bei fehr hohen und fehr niedrigen Barometerftänden empfehlen. Man hat zu dieser Abficht eine Reihe von Beobachtungen auf der pariser Sternwarte angefangen, welche man eine bedeutende Reihe von Jahren über fortfetzen wird.

Die Theorie fetzt voraus, dafs in jeder mit der Erde concentrifchen Luftfchicht die Dichtigkeit durchgehends diefelbe fey. Es wäre möglich, dafs Winde und andere Urfachen diefes abänderten; wir würden das nicht wahrnehmen können, auf die Strahlenbrechung müfste es aber Einflufs haben. Diefem Umftande mufs man vorzüglich die kleinen Differenzen zufchreiben, welche fich in den Beobachtungen deffelben Sterns an verfchiedenen Tagen finden. So fehr man auch die aftronomifchen Inftrumente vervollkommnen mag, diefe Quelle von Irrung wird doch immer die vollkommenfte Präcifion der Beobachtungen unmöglich machen.

Die vorher gehenden Unterfuchungen, welche fich auf die Conftitution der Atmofphäre gründen, haben mich zu einer fehr einfachen Formel für die *Meffung der Höhe der Berge durch das Barometer* geführt, in der auf die Variationen der Schwere nach der Breite und nach den Höhen über dem Meere

Meere Rückſicht genommen iſt. Ich hätte gewünſcht, dabei auf das Hygrometer ſehen zu können; aber noch fehlt es uns hierzu an hinlänglichen Beobachtungen. Herr Ramond hat den Hauptcoefficienten dieſer Formel mit Genauigkeit aus den vielen zuverläſſigen Barometerbeobachtungen beſtimmt, die er auf mehrern Bergen gemacht hat, deren Höhe bekannt iſt. *)

Die Atmoſphäre macht einen Theil der Lichtſtrahlen verlöſchen, die durch ſie hindurch gehn. Ich beſtimme das Geſetz dieſer Extinction, die auch in der Atmoſphäre der Sonne Statt finden muſs. Aus einer Vergleichung meiner Formeln mit einem intereſſanten Verſuche Bouguer's über die Lichtſtärke der verſchiedenen Punkte der Sonnenſcheibe, folgt, dafs dieſes Geſtirn, wenn es ſeiner Atmoſphäre beraubt würde, uns 12 Mahl ſtärker leuchtend ſich zeigen würde. **)

*) Von der Formel und von dieſer Beſtimmung ihres Coefficienten künftig. *Gilb.*

**) Die übrigen fünf Kapitel des zehnten Buchs haben zu ihrem Gegenſtande Materien aus der Mechanik und der phyſiſchen Aſtronomie, weſshalb ich, was Herr De La Place von ihnen ſagt, hier übergehe. „Es iſt mir nichts mehr übrig," (ſo beſchloſs er die Vorrede,) „um die Verbindlich„keit ganz zu erfüllen, die ich beim Anfange die„ſes Werks auf mich genommen habe, als einen „hiſtoriſchen Abriſs der Arbeiten der Mathematiker

„ und der Aſtronomen über das Weltſyſtem hinzu „zu fügen; dieſes wird der Gegenſtand des eilften „und letzten Buches ſeyn.“ Von dem Supplemente zum zehnten Buche, welches Herrn De La Place's Entdeckungen über die Geſetze und Phänomene der Anziehung in der Berührung enthalten wird, habe ich dem Leſer im vorigen Stücke ſchon einiges mitgetheilt, und mehr davon wird in den nächſten Heften folgen. Möge es bei dem anhaltenden Nachdenken des groſsen Mannes über einen ſo fruchtbaren Gegenſtand, in welchem er die Bahn gebrochen hat, immer mehr anwachſen, und möge das bewundernswürdige Werk noch lange nicht zu Ende gebracht werden! *Gilb.*

## III.

## NACHTRAG

*zu der Abhandlung über das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe,*

von

Soldner in Berlin.

Als Einleitung zu dieser Abhandlung, auf deren grosses Verdienst ich den Physiker nicht aufmerksam zu machen brauche, stehe hier ein Auszug aus einem Briefe des Herrn Verfassers an mich, der die Abhandlung begleitete. Möchte er denen, welche angefangen haben, Dalton's Versuchsreihen zu wiederhohlen, Veranlassung werden, uns etwas von ihren Versuchen bekannt zu machen! gesetzt auch, dass es ihnen noch nicht gelungen wäre, allen ihren Anforderungen zu genügen. Vollkommenheit ist in menschlichen Dingen so schwer zu erringen, dass ein zu grosses Streben nach derselben nur zu leicht uns ganz um sehr dankenswerthe Forschungen bringt. *Gilb.*

Berlin den 2ten Dec. 1806.

„Sie erhalten hier einen Nachtrag zu meiner Abhandlung über Dalton's Versuche. — — Ich schmeichle mir, meine jetzige Bearbeitung wird Ihren Forderungen entsprechen; und sollte dies nicht ganz der Fall seyn, so habe ich bewiesen, dass zur Zeit nicht mehr geleistet werden könne. Weitere Aufklärung in der Sache hängt von fernern Versuchen ab; von Seiten

der Analyse ist nichts mehr zu thun. — — Sie wenden gegen mich ein, (*Annalen*, XVII, 52,) dass nach Dalton die Expansivkraft bei einer gewissen sehr hohen Temperatur nicht null werde, wie nach meiner Formel, sondern constant, und finden für die Constante 1 Zoll, d. i., die Einheit. Allein, wenn $e$ ein gewisses Glied, $e'$ das nächstfolgende grösere, und $n$ *das* ist, was Dalton den Exponenten zwischen beiden nennt; so setzt Ihr Einwurf voraus, es sey $e^n = e'$; nach Dalton ist aber $e\,n = e'$. Deshalb müssen auch in Ihrer sonst ganz richtigen Darstellung des Dalton'schen Gesetzes, *Annalen*, XV, 35, die Exponenten in Factoren verwandelt werden. [Dies ist richtig; wie ich in der Darstellung zu den Potenzen gekommen bin, weiss ich mir nicht zu erklären. G.] — — Aus dem Anhange werden Sie sehen, dass La Place die Sache gerade so angegriffen hat, wie ich; darauf thue ich mir etwas zu Gute. — Sie fragen mich in Ihrem Briefe, wie ich über des Hofraths Parrot Einwürfe gegen Dalton denke. Ich habe geglaubt, es Dalton, und noch mehr der Sache schuldig zu seyn, dieses vor dem Publicum zu sagen. Mit der Form, wie es geschehn ist, werden Sie, hoffe ich, zufrieden seyn. Ich bin ein Feind aller litterärischen Zänkereien, besonders der unartigen. — —"

„Ich kann bei dieser Gelegenheit die Klage nicht unterdrücken, dass es ein fast allgemeines Uebel ist, dass unsere Physiker, (vielleicht vorzüglich die deutschen,) so wenig mathematische Kenntnisse besitzen. — Ein Physiker ohne alle Kenntniss der Mathematik ist auf jeden Fall ein Unding. — Sie verstehen daher nicht, dem Mathematiker, der aus ihren Versuchen Folgerungen ziehen will, vorzuarbeiten, und ihm brauchbare Materialien zu liefern; mit einem Worte, sie sind sich selten deutlich bewusst, was sie suchen sollen. Schon De

Luc und noch beſſer Lavoiſier ſind ihnen mit Beiſpielen voran gegangen; aber — die Fortſchritte des menſchlichen Geiſtes ſind langſam. So z. B. begnügen ſie ſich, bei den delicateſten Verſuchen zu ſagen: die Temperatur war $n^{o}$ nach Reaumur, Fahrenheit u. ſ. w. Aber das iſt nicht genug; man muſs auch wiſſen, bei welchem Barometerſtande der Siedepunkt des Thermometers beſtimmt worden iſt. Und ſo iſt es mit vielen andern Dingen. Sie, als der Herausgeber eines phyſikaliſchen Journals, . . . . könnten hier zum Beſſern mitwirken, wenn Sie bei jeder Gelegenheit auf Genauigkeit drängen, es denen, die meinen, das ſeyen unbedeutende Kleinigkeiten, jedes Mahl zeigten, daſs ſie ſich trügen, und damit nicht eher nachlieſsen, — bis die Genauigkeit zur *Mode* geworden wäre. Jeder Verſuch hat ohnehin ſeine unvermeidlichen Fehler; alle aber, die vermieden werden können, müſſen ſchlechterdings nicht begangen werden, ſelbſt wenn ſie geringen ſind, als die, welche man bei dem Verſuche für unvermeidlich hält. Der Phyſiker muſs hierin das Beiſpiel des Aſtronomen nachahmen. Wenn dieſer eine Beobachtung in Rechnung nimmt, von der er überzeugt iſt, daſs ſie höchſtens nur auf 2 oder 3 Sec. genau ſeyn kann, ſo wird er ſich während der Rechnung nie erlauben, Zehntel-Secunden zu vernachläſſigen."

„Herr Gay-Luſſac ſagt in ſeiner wichtigen Abhandlung über die Ausdehnung der Gasarten durch Wärme, (*Ann.*, XII, 257,) er habe die Ausdehnung der Luft vom Eispunkte bis zum Siedepunkte des Waſſers o,375 ihres Volumens beim Eispunkte gefunden. Aber bei welchem Siedepunkte? Darauf kömmt in dieſem Falle ſehr viel an, und darüber giebt Herr Gay-Luſſac keine Auskunft. Herr De La Place druckt ſich über dieſe Verſuche beſtimmt aus, in der Vorrede zu t. 4 der *Mecan. céleſte: Il a trouvé par un milieu entre un grand*

*nombre de réſultats corrigés de l'effet de la dilatation du verre, et des variations du Baromètre pendant chaque expérience, qu'un volume d'air repréſenté par l'unité, au degré de la glace fondante, devenait 1,375 à la chaleur de l'eau bouillante ſous une preſſion meſurée par la hauteur* 0m,76 *du baromètre.* Aber dieſe Stelle erregt mir einen neuen Zweifel. Herr Gay-Luſſac hat in ſeiner Abhandlung nichts von der Correction wegen der Ausdehnung des Glaſes geſagt, und Sie haben ſie daher nachgebohlt. Auf der andern Seite würde Herr De La Place dieſes nicht ausdrücklich verſichert haben, wenn er nicht genau von der Sache unterrichtet wäre, und er muſs das auch wohl ſeyn, da Hr. Gay-Luſſac die Verſuche auf ſeine Veranſtaltung unternommen hat. Können Sie hierüber keine Gewiſsheit erhalten?"

„Bei dieſer Gelegenheit will ich Ihnen eine ſehr einfache Methode mittheilen, die *Correction wegen der Ausdehnung des Glaſes* zu berechnen. Es ſey die Länge des Glaſes beim Eispunkte 1, und die lineare Ausdehnung deſſelben betrage bei einer Erwärmung bis zum Siedepunkte $x$. Ein durch Wärme ausgedehntes Gefäſs, *von welcher Form es ſey*, iſt dem nicht ausgedehnten ähnlich, und daher wird deſſen neue Capacität ſeyn: $(1+x)^3$, wenn die beim Eispunkte 1 war. Da bei Glas $x$ ſehr klein iſt, ſo hat man ohne merklichen Fehler $(1+x)^3 = 1+3x$. Folglich iſt der Raum, um welchen das Gefäſs gröſser geworden, $= 3x$."

„Da nun ebenfalls das Volumen der Luft beim Eispunkte von Herrn Gay-Luſſac 1 geſetzt wird, ſo müſste zur obigen Zahl 1,375, wenn ſie noch nicht wegen des Glaſes corrigirt wäre, $3x$ addirt werden; oder das wahre Volumen der Luft beim Siedepunkte wäre $1{,}375 + 3x$. Nach Smeaton iſt $x = 0{,}00083$; folglich wäre die wahre Ausdehnung der Luft $= 0{,}3775$."

„Noch etwas über Dalton. Seine Geſetze über die Verdunſtung ſind wohl an ſich ſehr richtig; aber mit der praktiſchen Ausführung wird es ſchwerlich je recht gelingen. Ich habe ſeine meteorologiſchen Beobachtungen in den *Annalen*, XV, 197, wo man Verdunſtung, Temperatur, Condenſationspunkt und Barometerſtand findet, in Rechnung genommen; aber es ſtimmt nichts; den Monat Auguſt ausgenommen, den Dalton ſelbſt zum Beiſpiel gewählt hat. (Warum ſagt er von den andern nichts? Hier wäre etwas Reelles für Herrn Parrot geweſen.) Aber wenn man bedenkt, wie unregelmäſsig der Wind iſt, wie ſchnell und beträchtlich er durch Wolken und durch das Terrain, über welches er nach ſeiner momentanen Richtung gekommen iſt, ſeine Temperatur ändert; ſo läſst ſich die Sache auch nicht anders erwarten. Dieſe Umſtände haben natürlich einen ſehr groſsen Einfluſs auf die Verdunſtung; denn durch die augenblickliche Veränderung der Temperatur der Luft wird zwar der Condenſationspunkt nicht verändert, aber es muſs in der Rechnung voraus geſetzt werden, daſs das Waſſer immer genau die Temperatur der umgebenden Luft hat, und das iſt alsdann nicht der Fall. Durch Windſtöſse werden in dem Waſſer Wellen geworfen, und dadurch die berührende Fläche zwiſchen Waſſer und Luft auſserordentlich vermehrt. Ich bin überzeugt, daſs die Sache an ſich richtig iſt, und auf dem Zimmer, wo die Luft ganz ruhig iſt, ſtimmt; nur im Freien wird ſie nie auszuführen ſeyn.“ *Soldner.*

---

In dieſen Annalen der Phyſik, Band XVII, S. 44 u. f., befindet ſich ein Aufſatz von mir: *Ueber das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſer-*

*dämpfe nach* Dalton's *Verſuchen.* Ich habe darin nur Dalton's unmittelbare Verſuche über das Waſſer in Betracht gezogen, die nur vom Eis- bis zum Siedepunkte reichen. Da aber Dalton ſeine weiter berechnete Tabelle, durch Aether und andere flüchtige Flüſſigkeiten, bewährt hat, ſo iſt der Herr Herausgeber der Annalen nicht damit zufrieden, wie man aus ſeiner Anmerkung, S. 47, ſieht; ſondern verlangt, daſs meine Formel Dalton's Tabelle ganz darſtellen ſoll. Ich habe damahls geglaubt, daſs ich, ſtrenge genommen, nicht weiter gehen dürfe, indem das Uebereinſtimmen mit andern Flüſſigkeiten erſt hierdurch bewährt werden müſſe. Doch ich will hierin gerne nachgeben, und habe gleich damahls, als mir die Einwürfe des Hrn Prof. Gilbert zu Geſicht gekommen ſind, die unten vorkommende Formel No. I, wo $r$ bis zur dritten Potenz geht, aufgeſucht, welche ſeinen Forderungen entſpricht. Seitdem haben mich Reiſen und Geſchäfte ganz anderer Art abgehalten, in der Sache weiter etwas zu thun. Jetzt will ich mich bemühen, nicht nur mein Verfahren, ſondern auch, wo möglich, den Gegenſtand ſelbſt in ein gröſseres Licht zu ſetzen.

Die eigentliche Lage der Sache iſt dieſe. Dalton's Tabelle, ſo wie ſie iſt, durch irgend eine Formel genau darzuſtellen, iſt unmöglich; denn ſie iſt kein Continuum, ſondern beſteht aus drei heterogenen Theilen. Zwiſchen Eis- und Siedepunkt iſt ſie ein Reſultat der Beobachtungen; unter dem

Eispunkte ist sie in der Voraussetzung berechnet, dass der Exponent zwischen 0° und 5° 1,485 ist und dann abwärts für jede 5° um 0,015 zunimmt; über dem Siedepunkte endlich ist sie so berechnet, dass der Exponent zwischen 75° und 80° 1,25 und die Abnahme wie oben angenommen wird. Berechnet man aber, vermittelst dieser Angaben, den Theil zwischen 0° und 80° ebenfalls, so wird man finden, dass dies sehr wenig mit den Beobachtungen in dieser Gränze, die doch die Hauptsache bleiben müssen, stimmt. Ich habe mich daher bemüht, den Exponenten zwischen 75 und 80° und seine Ab- oder Zunahme so zu bestimmen, dass man den Beobachtungen am besten Genüge leistet. Auf diese Art habe ich gefunden: den Exponenten 1,254 und die Differenz der Exponenten 0,0154. Die Resultate, welche man hieraus erhält, stehen in der dritten Columne der folgenden Tabelle und sind also ein wirkliches Continuum.

| I. $r = 80° + u.$ | II. $e$ nach Dalton. | III. $e$ nach Dalton's Gesetz. | IV. $e$ nach der Formel II. | V. Abweichung von Dalton. |
|---|---|---|---|---|
| 0° | 0,200 | 0,200 | 0,200 | |
| 5 | 0,297 | 0,297 | 0,296 | — 0,001 |
| 10 | 0,436 | 0,437 | 0,436 | |
| 15 | 0,630 | 0,635 | 0,633 | + 0,003 |
| 20 | 0,910 | 0,914 | 0,912 | + 0,002 |
| 25 | 1,29 | 1,301 | 1,298 | + 0,01 |
| 30 | 1,83 | 1,832 | 1,828 | |
| 35 | 2,58 | 2,551 | 2,547 | — 0,03 |
| 40 | 3 50 | 3,514 | 3,510 | + 0,01 |
| 45 | 4,76 | 4,785 | 4,781 | + 0,02 |
| 50 | 6,45 | 6,443 | 6,440 | — 0,01 |
| 55 | 8,55 | 8,575 | 8,574 | + 0,02 |
| 60 | 11,25 | 11,282 | 11,282 | + 0,03 |
| 65 | 14,60 | 14,67 | 14,67 | + 0,07 |
| 70 | 18,80 | 18,85 | 18,85 | + 0,05 |
| 75 | 24,00 | 23,92 | 23,93 | — 0,07 |
| 80 | 30,00 | 30,00 | 30,00 | |
| 85 | 37,04 | 37,16 | 37,14 | + 0,10 |
| 90 | 45,18 | 45,45 | 45,41 | + 0,23 |
| 95 | 54,48 | 54,90 | 54,81 | + 0,33 |
| 100 | 64,82 | 65,46 | 65,29 | + 0,47 |
| 105 | 76,06 | 77,04 | 76,76 | + 0,70 |
| 110 | 88,19 | 89,50 | 89,04 | + 0,85 |
| 115 | 100,99 | 102,58 | 101,88 | + 0,89 |
| 120 | 114,15 | 116,00 | 114,98 | + 0,83 |
| 125 | 127,29 | 129,38 | 127,95 | + 0,66 |
| 130 | 140,13 | 142,32 | 140,38 | + 0,25 |

Es wird gut seyn, über diese Tabelle hier gleich folgende Erläuterung zu geben. Die zweite Co-

lumne enthält Dalton's unmittelbare Angaben, in englischen Zollen. Sie ist hier nach Dalton's grosser Tabelle, [*Annalen*, XV, 8,] für das Reaumur'sche Thermometer eingerichtet, so weit fortgesetzt, als Dalton's Angaben reichen. Die Columne III enthält die Resultate der eben erwähnten Rechnung. Columne IV enthält die Rechnung nach einer unten vorkommenden Formel, (No. II,) und Columne V die Unterschiede zwischen der IVten und IIten Columne oder die Abweichung der Formel von Dalton's Angaben.

Aus der Columne III ersieht man nun, dass das von Dalton bemerkte Gesetz, consequent durchgeführt, über dem Siedepunkt beträchtlich von der Tabelle, die mehr seinen Beobachtungen angepasst ist, abweicht, und dass es also nicht das wahre Gesetz seyn kann, wodurch seine Versuche dargestellt werden. Man muss es mithin einschränken und so ausdrucken, dass die Exponenten nur *beinahe* gleichförmig abnehmen; wie ich auch schon, *Annalen*, XVII, 45, gethan habe.

Nun eine Formel zu finden, welche dem von Dalton bemerkten ungefähren Gesetz Genüge thut, dienen folgende Betrachtungen. Gingen die Expansivkräfte genau in einer geometrischen Progression fort, während die dazu gehörigen Temperaturen eine arithmetische bilden, so müsste, wie bekannt, die Expansivkraft sich durch die Form ausdrucken lassen:

$$\log. \frac{e}{E} = au,$$

wo $a$ eine Conſtante bedeutet, $u$ die Anzahl Reaum. Grade über dem Siedepunkte, (alſo, wenn $r$ die Temperatur nach Reaum., $u = r - 80$ iſt,) endlich $e$ die Expanſivkraft, welche zu der Temperatur $r$ gehört, und $E$ die Expanſivkraft bei 80° R. bezeichnet, oder die Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers beſtimmt worden iſt.

Da Dalton's Progreſſion nur wenig von einer geometriſchen abweicht, ſo läſst ſich voraus ſehen: *daſs man eine ſehr convergirende Reihe erhalten muſs, wenn man folgende Form annimmt:*

$$\log. \frac{e}{E} = u \{ a + bu + cu^2 + du^3 + \text{etc. in infinit.}$$

Um vermittelſt dieſer Reihe Dalton's Tabelle hinreichend genau darzuſtellen, iſt es nicht nöthig, weiter als bis zum dritten Gliede zu gehen. Ich habe ſo gefunden:

$$\log. \frac{e}{E} = u \{ 0{,}0190833 - 0{,}00010833 . u - 0{,}0000000833 . u^2 \},$$

oder, wie es zur Berechnung bequemer iſt,

$$= \frac{(229000 - 1300 . u - u^2)u}{12000000} \qquad (I$$

Dieſe Formel ſtimmt, bis zur Temperatur 105°, ſehr nahe mit Columne IV der vorher gehenden Tabelle überein; von da an ſind aber die Expanſivkräfte wie folgt: bei 110° 89,10, bei 115° 102,03, bei 120° 115,29, bei 125° 128,50 und bei 130° 141,27.

Nun wird man den eigentlichen Zuſammenhang klar ſehen. Meine erſte Formel, *Annalen*, XVII,

46, läuft darauf hinaus, dafs man blofs zwei Glieder von der Reihe genommen hat. Aber man ſieht jetzt auch zugleich, dafs ſo wenig die eben gegebene Formel als meine erſte das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, für jede Temperatur, enthalten können; denn ſie ſind beide blofs die erſten Glieder einer unendlichen Reihe, deren folgende Glieder, bei grofsen Werthen von $r$, ebenfalls merklich werden. Um dieſes allgemeine Geſetz zu finden, oder beſtimmen zu können, wie die Expanſivkraft ſelbſt bei unendlich hoher Temperatur beſchaffen iſt, mufs man die Reihe $a + bu + cu^2 + du^3 +$ etc. *ſummiren*. Dieſe Summation hat ihre eignen Schwierigkeiten, denn es iſt hier nicht von einer analytiſchen Reihe die Rede, wo man das Geſetz der Coefficienten kennt; von den Coefficienten ſind hier nur einige in beſtimmten Zahlen und überdies nicht einmahl genau gegeben. Indeſſen wollen wir es doch verſuchen. $b$ und $c$ haben wir oben negativ gefunden, und der Umſtand, dafs nach der letzten Formel die Expanſivkraft von 105° an zu grofs wird, beweiſt, dafs die folgenden Coefficienten ebenfalls negativ ſeyn müſſen. Die Reihe wird alſo dieſe Form haben: $a - bu - cu^2 - du^3 -$ u. ſ. w. Betrachtet man die Werthe von $b$ und $c$ genauer, ſo wird man finden, dafs $c$ beinahe das Quadrat von $b$ iſt. $c$ iſt freilich etwas gröſser als $b^2$, indeſſen weifs man aus der Natur der Sache, dafs, wenn man oben mehr Coefficienten beſtimmt hätte, man $c$ beträchtlich kleiner gefunden haben würde, weil $c$

dort einen grofsen Theil der folgenden weggelaſſenen Glieder enthält. Dies zuſammen genommen, führt auf die Vermuthung, daſs man der Reihe durch den Ausdruck $n \log. (\alpha - \beta u)$ Genüge leiſten wird. Denn dieſer Ausdruck, in eine Reihe verwandelt, giebt:

$$n \log. (\alpha - \beta u) = n \log. \alpha - n \log. h \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot u - n \log. h \cdot \frac{\beta^2}{2\alpha^2} \cdot u^2 - \text{etc.},$$

wo $h$ die Baſis der hyperboliſchen Logarithmen und log. überall Briggiſche Logarithmen bedeutet. Der unbeſtimmte Factor $n$ iſt deſswegen nöthig, um die erſten conſtanten Glieder in beiden Reihen übereinſtimmend zu machen. Man wird alſo demnach haben:

$$\log. \frac{e}{E} = n u \log. (\alpha - \beta u)$$

Da es hier nicht auf den analytiſchen Theil der Sache ankommt, ſo übergehe ich, der Kürze wegen, die Methode ganz, vermittelſt welcher ich, nach den Beobachtungen Dalton's, die Werthe von $n$, $\alpha$ und $\beta$ beſtimmt habe; ſondern ſage bloſs, daſs ich ſie gefunden habe, wie folgt:

$$\log. \frac{e}{E} = 0{,}1365 \cdot u \log. (1{,}3802 - 0{,}00253 \cdot u) \quad \text{(II}$$

Die Reſultate dieſer Formel ſind in der IVten Columne der vorher gehenden Tabelle enthalten. Sie ſtimmen aufs genaueſte mit Dalton's Verſuchen, denn die Abweichungen ſind innerhalb der Gränzen der unvermeidlichen Fehler beim Beobachten.

Oberhalb des Siedepunkts sind die Fehler zwar etwas gröſser und alle von einerlei Zeichen. Der letzte Umstand rührt aber daher, daſs Dalton's Tabelle hier nur berechnet ist. Daſs die Fehler gröſser sind, ist nur scheinbar, denn wenn man sie vergleichen will, müssen sie in Theilen des Ganzen ausgedruckt werden. Z. B. der gröſste Fehler ist bei 115°, er ist aber in Theilen des Ganzen 0,89 : 100 = 0,0089; der Fehler bei 25° ist 0,01 und in Theilen des Ganzen 0,01 : 1,3 = 0,0077; folglich nahe eben derselbe. Man muſs auch bedenken, daſs in diesen hohen Temperaturen die Expansivkraft so schnell wächst, daſs ein Fehler von 0°,1 Reaum. in der Temperatur einen Fehler von $\frac{1}{4}$ Zoll in der Expansivkraft verursacht. Wir wollen aber, auch oberhalb des Siedepunkts, unsere Formel mit Dalton's Beobachtungen vergleichen; diese können nur allein entscheidend seyn.

*Erstens: Alkohol.* Er kochte bei 175° F. und hatte bei 212° eine Expansivkraft von 58,5 Zoll. Die Temperatur 212° ist 37° F. = 16°,444 Reaum. über dem Siedepunkte des Alkohols; folglich ist $u = 16{,}444$, und damit giebt die Formel $e = 57{,}72$, also die Formel noch 0,78 *zu wenig*.

*Zweitens: Schwefeläther.* Er kochte bei 102° F. und hatte bei 147° F. eine Expansivkraft von 64,75 Zoll. Hier ist $u = 20$ und damit $e = 65{,}29$, folglich giebt die Formel 0,54 *zu viel*. Bei 212° F. hatte der Schwefeläther eine Expansivkraft von 137,67.

Hier ist $u = 48{,}889$ und dann $e = 137{,}69$, wo der Unterschied für nichts zu achten ist.

Was Dalton's Tabelle unter dem Eispunkte anlangt, so stimmen da alle von mir bisher gegebene Formeln mit Dalton's Angaben überein.

Ich glaube also jetzt den Ausspruch thun zu dürfen, dass die Formel II Dalton's sämmtlichen Beobachtungen Genüge leistet, und dass man also, wenn Dalton's Versuche richtig sind, berechtigt ist, zu glauben, diese Formel enthalte das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe, oder vielmehr der Dämpfe aller Flüssigkeiten.

Wenn diese Formel nun aber das *allgemeine Gesetz der Expansivkraft* enthält, so hat es mit dieser folgende Beschaffenheit. Unter dem Eispunkte wird die Expansivkraft immer kleiner, ohne jedoch je null zu werden. Bei der Temperatur 162°,6 Reaum. erreicht die Expansivkraft des Wasserdampfes ihr *Maximum*, wo sie gleich 178,2 engl. Zollen ist; von da nimmt sie wieder ab und wird bei 625° Reaum. *null*, und dann bei noch höherer Temperatur *unmöglich*. Der Umstand, dass in der Expansivkraft des Wasserdampfes ein *Maximum* Statt finden soll, ist eine sonderbare Erscheinung; Dalton's Angaben führen aber schlechterdings darauf, wie ich schon in meinem ersten Aufsatze, *Annalen*, XVII, 52, gezeigt habe.

Ein Zweifel wird sich hier vielen aufdringen, den ich daher nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Man wird sagen: die unendliche Reihe ist, wie

wie es hier auch nicht anders möglich war, durch eine Art Tatonnement summirt worden; kann es nicht noch andere endliche Formen geben, welche der Reihe Genüge leisten, und welche vielleicht die Eigenschaft nicht haben würden, der Expansivkraft ein *Maximum* zu geben? Dies ist freilich ein Einwurf, der mit mathematischer Strenge nicht widerlegt werden kann. Indessen ist hierbei folgendes zu bedenken. Wir haben voraus gesetzt, dafs in der zu summirenden Reihe, aufser dem ersten, alle Glieder negativ sind; und dafs diese Voraussetzung richtig ist, beweist der Umstand, dafs die so gefundene Formel so äufserst genau mit Dalton's Versuchen überein stimmt. Sind nun aber alle Glieder negativ, und keine positiven Zeichen vorhanden, so würde man durch keine andere endliche Form, welche es auch sey, dem Umstande entgehen, dafs es für die Expansivkraft der Wasserdämpfe ein Maximum giebt, jenseit dessen sie wieder abnimmt; eine solche andere Form würde blofs die Temperatur und Gröfse dieses Maximums etwas verschieden geben. Uebrigens ist die oben angegebene Form auch die möglichst einfache, denn in ihr lassen sich die Logarithmen wieder wegschaffen, welches in keiner andern angeht.

Wir wollen hier, zur Probe, ein Paar der einfachsten Fälle, auf welche man am ersten verfallen wird, betrachten. Man hat gesehen, dafs nahe $b^2 = c$ ist; man kann daher auf den Gedanken kommen, die Reihe als eine geometrische zu betrachten

und ſie ſo zu ſummiren. Allein für dieſen Fall erhält man, die Zahlen nur ungefähr genau,

$$\log. \frac{e}{E} = u \cdot \frac{151,4 - u}{7926 - 7,5 \cdot u}$$

wo wieder ein *Maximum* Statt finden würde. Bei dem Werthe für $u = 151°,4$ würde wieder ſeyn $e = 30$ Zoll, welches ziemlich mit No. II ſtimmt. $e$ fährt dann noch weiter fort abzunehmen, ſo daſs es bei $u = 1090°$ null wird. Dann wird es aber, durch einen Sprung, unendlich groſs, nimmt wieder ab und endlich, für den Werth $u = \infty$, wird auch wieder $e = \infty$. Dieſes Hin- und Herſpringen iſt abſurd. — Noch eine zweite Form, auf welche man leicht verfallen wird, iſt die eines Binomiums, nämlich: $nu\{a - u\}^m$ für $m < 1$. Aber eine ungefähre Rechnung hat mir $a = 133$ gegeben. Es würde alſo hiernach die Expanſivkraft ſchon bei $u = 133°$ auf 30 Zoll herab gekommen ſeyn, welches mit Dalton's Beobachtungen nicht beſtehen kann. Und ſo haben mir mehrere andere Formen ebenfalls nichts Befriedigendes gegeben.

Es bleibt alſo dabei: ſo lange man Dalton's Verſuche nicht antaſten will, wozu bis jetzt kein Grund vorhanden, iſt dem Satze nicht auszuweichen, daſs die Expanſivkraft ein *Maximum* hat: und wenn man auch nicht mathematiſch beweiſen kann, daſs die Formel No. II die einzige iſt, welche den Dalton'ſchen Verſuchen genügt, ſo iſt es doch gewiſs, daſs es nicht möglich iſt, eine zu finden, welche mit dieſen Verſuchen beſſer ſtimmt; denn die Abwei-

chungen von No. II sind durchaus unter der möglichen Genauigkeit beim Beobachten. Alles kommt nun darauf an, zu wissen, ob ein *Maximum* wirklich Statt findet, und ob es wahr ist, dass kein Grad von Hitze fähig ist, den Dämpfen der Flüssigkeiten eine grösere Kraft zu geben, als diejenige ist, eine Queckssilbersäule von ungefähr 178 engl. Zollen zu tragen. Dies kann natürlich nicht anders als durch Versuche entschieden werden. Ein solcher Versuch hätte Schwierigkeit, ich halte ihn aber doch nicht für unmöglich; und wenn man berücksichtigt, welches Interesse die Sache in theoretischer und praktischer Hinsicht hat, so wird man es wohl der Mühe nicht unwerth halten, ihn anzustellen.

Ich habe geglaubt, hier etwas ausführlich seyn zu müssen, um von meiner Seite, wo möglich, keine Dunkelheit oder Ungewissheit übrig zu lassen. Jetzt will ich wieder zu der Formel No. II zurück kehren. Die einfachste Form, welche man ihr geben kann, ist diese:

$$e = E \,.\, \{1{,}3802 - 0{,}00253 \,.\, u^{0{,}1365 \,.\, u}\}$$

Sie ist aber zur Rechnung nicht so bequem als die erste. In der Form bin ich hier von meiner vorigen Abhandlung auch darin abgewichen, dass ich nicht unmittelbar die Temperatur, sondern Grade über dem Siedepunkte ($u = r - 80$) gesetzt habe. Ich habe dadurch den Vortheil erhalten, dass die Formel für jede Flüssigkeit dieselbe bleibt,

indem $u$ immer Grade *über dem Siedepunkte der Flüssigkeit* bedeutet. Z. B. man will die Expansivkraft des Schwefeläthers, der nach Dalton bei 31°,11 kocht, bei der Temperatur 60° berechnen, welches 28°,89 über seinem Siedepunkte ist, so ist $u = +28{,}89$. Ist die Temperatur unter dem Siedepunkte der Flüssigkeit, so ist natürlich $u$ negativ.

Nun müfste man auch umgekehrt $u$ durch $e$ bestimmen, was aber mit dieser Gleichung bekanntlich nicht anders angeht, als durch die unendliche Reihe:

$$u = 52{,}3503 \cdot \log.\frac{e}{E} + 15{,}5903 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^2 + 10{,}033 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^3 + 8{,}075 \left(\log.\frac{e}{E}\right)^4 + \ldots$$

welche nur für den Fall convergirt, wenn $e$ nicht sehr von $E$ verschieden ist. Indessen bei weitem in den meisten Fällen, wo man $u$, und auch $e$, zu wissen braucht, ist die Temperatur unter dem Siedepunkte; und für diesen Fall, nämlich von $r = +80°$, auch wohl noch einige Grade darüber, bis $r = -\infty$, ist die erste, *Ann.*, XVII, 46, von mir gegebene Formel hinreichend genau. Ich übergehe deswegen hier alle die Anwendungen, welche ich am angeführten Orte von der ersten Formel gemacht habe; z. B. auf Verdunstungen, u. s. w. Man wird zu diesen Rechnungen, der Bequemlichkeit wegen, immer die erste Formel vorziehen. Nur will ich das *Annalen*, XVII, 79, aufgestellte allgemeine Resultat in der jetzigen Gestalt hersetzen,

weil es alle von Dalton aufgefundene hierher gehörige Gesetze in ein Paar Zeilen vereinigt.

*Satz.*

„Wenn irgend eine Flüssigkeit unter dem Drucke der Atmosphäre $B$ (30 engl. Zoll) kocht, so „habe sie bei dieser Temperatur eine Expansivkraft „$B$, und, in trockener Luft, eine Verdunstung $V$, „welches $V$ durch Versuche gefunden werden muss. „Wenn dann bei einer andern Temperatur, die um „$u$ Grade über der vorigen ist, (wenn darunter, wird „$u$ negativ,) die Expansivkraft $e$ und die Verdun„stung $v$ heisst: so findet immer die Gleichung „Statt:

$$\frac{e}{B} = \frac{v}{V} = \{1{,}3802 - 0{,}00253 \cdot u\}^{0{,}1365 \cdot u}$$

„und zwar $u$ in solchen Wärmeräumen, nach dem „Gesetze der Dilatation des Quecksilbers ausge„druckt, deren der Wärmeraum vom Eispunkte „des Wassers bis zu dessen Siedepunkte, unter der „Barometerhöhe $B$, 80 enthält."

Wer Dalton's Abhandlungen in den Annalen und die meinige gelesen hat, weiss, welche wichtige Folgerungen sich aus diesem einzigen Satze ziehen lassen. Denn in der That enthält meine Abhandlung weiter nichts, als den Beweis dieses Satzes und Folgerungen aus demselben. Jede Erfahrungswissenschaft geht den analytischen Gang. Der Zweck ist immer, eine Menge heterogen scheinender Phänomene auf wenige einzelne Sätze zurück zu führen.

Der eben ausgesprochene viel umfassende Satz ist gleichsam das Ziel, nach welchem Dalton strebte, und die Einfachheit desselben ist ein Beweis von der grosen Vollendung, welche Dalton dieser, bisher verworrenen, Materie zu geben gewusst hat. Hätten wir mehr solche Sätze in der Physik!

---

*Anhang.*

Ich habe in meiner vorigen Abhandlung den Umstand übersehen, dass die Barometerhöhe 30 engl. Zoll, (= 28,1492 franz. Zoll, = 0,7620 Mètres,) bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden, eigentlich etwas absolutes ist, und mit den Constanten in der Formel zusammen hängt. Man kann zwar in den Formeln für *E* jedes beliebige Maass setzen, es muss aber, als absolute Gröfse, immer dem angegebenen nahe gleich seyn; denn die Formeln setzen, strenge genommen, voraus, dass der Siedepunkt des Thermometers bei der Barometerhöhe 30 engl. Zoll bestimmt worden sey. In andern Maassen kann man dafür die runden Zahlen nehmen 28 par. Zoll und 0,76 Mètres; denn diese Unterschiede sind viel zu geringe, um einen merklichen Fehler zu verursachen. Wenn man daher ein anderes Thermometer hat, dessen Siedepunkt zu sehr von dem hier angegebenen abweicht, so müssen die Angaben desselben vorher, vermittelst der Formel *Annalen*, XVII, 63, auf dieses reducirt werden.

Ich habe in der angeführten Abhandlung die Expanſivkraft bei 80° 30,13 Zoll gemacht, weil ſo das Ganze, zwiſchen 0° und 80°, beſſer ſtimmte. Dies würde auch wieder mit der neuen Formel der Fall ſeyn, wenn ſie darnach eingerichtet wäre; ich habe es mir nun aber zum Geſetz gemacht, von Dalton's Angaben gar nicht abzuweichen.

---

Merkwürdig iſt, daſs La Place in dieſer Sache auf denſelben Ideengang verfallen iſt, welcher mich geleitet hat. Dieſer groſse Geometer macht in einer Abhandlung über die Refraction im 4ten Bande der *Mécanique céleſte*, der 1805, (alſo ein Jahr ſpäter als meine Abhandlung,) erſchienen iſt, Anwendung von Dalton's Verſuchen auf die Feuchtigkeit der Luft, und deren Einfluſs auf die Refraction, (welches, im Vorbeigehen geſagt, ich auch ſchon gethan hatte.) Er giebt, um Dalton's Verſuche in einer Formel darzuſtellen, folgende Regel: *On aura le log. tabuluire de cette force élaſtique, exprimée en décimales du mètre, en ajoutant au log. de* 0,76 *mètres la quantité*

$$i \,.\, 0{,}0154547 - i^2 \,.\, 0{,}0000625826$$

*i étant le nombre des degrés décimaux du thermomètre à mercure, au deſſus de* 100°. Er fügt dann noch hinzu: *la formule précedante ſatisfait à très-peu-près aux expériences de Dalton ſur cet objet, et elle peut ſ'étendre depuis* $i = -\infty$ *jusqu' à* $i$ *égal à* 50 *ou* 60 *degrés.* Das heiſst alſo, ſo weit

ſich Dalton's Tabelle erſtreckt. In unſern Zeichen und Reaumur'ſchen Graden würde die Formel ſo heiſsen:

$$\log. \frac{e}{E} = u \,.\, 0{,}0193184 - u^2 \,.\, 0{,}0000977853.$$

Man ſieht nun, daſs dieſe Formel, der Form nach, bis auf die Conſtanten, dieſelbe iſt, welche ich in den *Annalen*, Band XVII, angegeben habe, und der Umſtand, daſs La Place auch auf die Logarithmen verfallen iſt, beweiſt dieſelbe Anſicht der Sache. Da La Place meint, ſie ſtelle Dalton's ganze Tabelle dar, ſo will ich einen kurzen Vergleich hierher ſetzen.

| r | e nach der Formel von La Place | Abweichung von Dalton. |
|---|---|---|
| 0 | 0,202 | + 0,002 |
| 20 | 0,925 | + 0,015 |
| 40 | 3,531 | + 0,03 |
| 60 | 11,26 | + 0,01 |
| 80 | 30,00 | |
| 100 | 66,74 | + 1,92 |
| 120 | 124,0 | + 9,85 |
| 130 | 158 | + 18 |

Dieſe Formel weicht freilich über dem Siedepunkte beträchtlich ab, und auch unter dem Siedepunkte ſtimmt ſie nicht ſo gut als meine erſte. *)

*) Es wird dem Leſer unſtreitig angenehm ſeyn, hier die ganze Stelle zu finden, in welcher Herr De La Place, t. 4, p. 272, von der Verdunſtung ſpricht:

Auf meinen Aufsatz in Band XVII der *Annalen* folgt unmittelbar ein anderer, vom Herrn Hofrath

„Hier einige Resultate über die Verdunstung der verschiedenen Flüssigkeiten, zu denen man gelangt ist. Man hat durch Versuche gefunden, dafs jedes Gasvolumen, wenn es vollkommen mit Wasser gesättigt ist, dieselbe Menge von Dämpfen enthält, die sich in einem gleich grofsen Raume, bei derselben Temperatur bilden würden, wenn darin hinlänglich viel Wasser vorhanden ist, um zur gröfsten Verdunstung zuzureichen. — Man hat ferner gefunden, dafs bei gleichem Drucke und gleichem Volumen alle Gasarten durch die Wärme um gleiche Gröfsen ausgedehnt werden, und dafs alle Dämpfe sich um eben so viel ausdehnen. Auch weifs man, dafs bei einerlei Temperatur die Dichtigkeit der Gasarten und der Dämpfe ihrem Druck oder ihrer Kraft der Elasticität proportional ist. — Wenn man in den luftleeren Raum ein Gefäfs mit Wasser gebracht hat, so steigt die Kraft der Elasticität des Dampfs, der sich davon erhebt, mit der Temperatur, nach einem Gesetze, welches man aus Versuchen aufzufinden gesucht hat. Man hat bemerkt, dafs diese Kraft ungefähr nach geometrischem Verhältnisse wächst, während die Temperatur in arithmetischem Verhältnisse zunimmt, so dafs die Logarithmen derselben ungefähr eine arithmetische Reihe bilden. Dieses ist indefs nicht völlig genau. Wenn Wasser bei $0^m,76$ Barometerhöhe kocht, so druckt diese Höhe die elastische Kraft des Wasserdampfs aus, und ich finde, dafs den Versuchen Dalton's über diesen Gegenstand sehr nahe Genüge geschieht, wenn man die elasti-

Parrot in Dörpat, gegen Dalton's Verſuche. Da ich mich mit der Sache viel beſchäftigt habe, ſo glaube ich, wird man es wohl nicht unbeſcheiden von mir finden, wenn ich auch meine Meinung, in ein Paar Worten, darüber ſage. Ich halte es ſogar für Pflicht, Dalton zu vertheidigen, wenn ihm etwa Unrecht geſchieht, da er wahrſcheinlich keine deutſchen Journale lieſt oder leſen kann, und alſo nicht ſelbſt im Stande iſt, ſich zu vertheidigen.

Herrn Hofrath Parrot's Beſchuldigung zerfällt in zwei Theile, nämlich: Dalton hat nicht genau experimentirt; und, er hat eine falſche Theo-

ſche Kraft des Waſſerdampfs bei einer Temperatur von $i$ Grad des Centeſimal-Thermometers über dem Siedepunkte, oder über 100°, gleich ſetzt

$$0^{m},76 \cdot (10)^{i} \cdot 0,0154547 - i^{2} \cdot 0,0000625826$$

wo man $i$ für Grade unter 100 negativ ſetzen muſs. Man erhält folglich den Briggiſchen Logarithmen dieſer Kraft der Elaſticität, in Decimaltheilen des Mètre ausgedruckt, wenn man zum log. $0^{m},76$ hinzu fügt:

$$i \cdot 0,0154547 - i^{2} \cdot 0,0000625826.$$

Dieſe Formel gilt von $i = -\infty$ bis $i = 50$ bis 60 Grad. Sie kann für alle Flüſſigkeiten gelten, wenn man nur $i$ für jede derſelben von ihrem Siedepunkte an rechnet; denn man hat das merkwürdige Reſultat gefunden, daſs, wenn man von dieſem Punkte, oder von irgend einem andern ausgeht, bei welchem ihre elaſtiſche Kraft dieſelbe iſt, gleiche Temperaturzunahmen einerlei Zunahme ihrer elaſtiſchen Kraft bewirken." So weit Herr De La Place. *Gilb.*

rie aufgeſtellt. Die erſte Behauptung ſucht Herr Parrot durch verſchiedene Gründe wahrſcheinlich zu machen. Erſtens glaubt er, Dalton's Torricelli'ſche Leere habe Luft enthalten. Er ſchöpft dieſen Verdacht vorzüglich aus dem Umſtande, daſs Dalton ſein Barometer nach einem andern graduirt und es nicht gewagt hat, unmittelbar von der Queckſilberfläche im Gefäſse an zu meſſen. Aber es iſt ja eine bekannte Sache, daſs ein Gefäſsbarometer nie unmittelbar die richtige Barometerhöhe anzeigt, ſondern jedes Mahl nach einem Heberbarometer graduirt werden muſs. Siehe Luz *Beſchreibung der Barometer*, §. 41 u. f. Herr Parrot irrt ſich, wenn er glaubt, ſein S. 86 in der Anmerkung beſchriebenes Barometer zeige unmittelbar eine richtige Barometerhöhe an. (Es ſteht um eine Conſtante zu tief.) Er würde wohl thun, wenn er es, nach einem guten Heberbarometer, von oben herab, gerade ſo wie Dalton gethan hat, graduiren wollte.

Zweitens glaubt er, der Uebergang der Temperatur habe in Dalton's Apparat nicht gehörig Statt gehabt. Das könnte wohl ſeyn; aber in Ermangelung der nöthigen Nachrichten darüber muſs man zeigen, daſs Dalton's Reſultate falſch ſind!

Gegen Dalton's Methode mit der Luftpumpe wendet er ein, S. 89, daſs darin gefehlt ſey, daſs Dalton ſein Thermometer in das erwärmte Waſſer geſetzt habe. Er meint, es hätte unter der Glocke, auſserhalb des Waſſers, angebracht wer-

den müſſen, um die Temperatur des *Dampfes* zu meſſen. Aber die Sache verhält ſich ſo: man verſteht hier unter Expanſivkraft nicht die Elaſticität des einmahl gebildeten Waſſerdampfes, (mit dieſem verhält es ſich, bei Erhöhung der Temperatur, wie mit andern Luftarten,) ſondern man verſteht darunter die Kraft, mit welcher Waſſer von einer gewiſſen Temperatur ſich in Dampf auflöſt, oder unter welchem Drucke, als dem gröſsten, dies noch von Statten geht. Der einmahl unter der Glocke aus dem Waſſer aufgeſtiegene Dampf wirkt nur barometriſch auf dieſes Waſſer oder den neu aufſteigenden Dampf, es iſt daher gleichgültig, welche Temperatur er hat. Folglich kommt es auf die Temperatur des Waſſers, und nicht auf die des Dampfes an, und mithin iſt Dalton's Verfahren ganz richtig. Siehe *Annalen*, XVII, 56, wo der Zuſammenhang der Expanſivkraft mit dem Kochen des Waſſers angegeben iſt.

Es wird hier nicht am unrechten Orte ſeyn, folgende Bemerkung anzubringen. Aus dem Obigen geht hervor, daſs, wenn man ſich zu dergleichen Verſuchen eines ſolchen Apparats bedient, wo man das Thermometer inwendig anbringt, man dieſes eigentlich in das Waſſer tauchen müſſe. Dieſe Vorſicht ſcheint mir nicht ganz überflüſſig zu ſeyn, da es wohl ſeyn könnte, daſs der ſchon gebildete Dampf eine etwas niedrigere Temperatur hätte als das Waſſer. Wenigſtens hat dieſes eine Commiſſion der londner Akademie, von der ich in meiner Ab-

handlung gesprochen habe, beim Kochen in einer Art von Papinianischem Topfe bemerkt. Der Dampf hatte immer $0°,5$ F. oder $0°,2$ Reaum. weniger als das Wasser.

Ein Hauptbeweis gegen die Richtigkeit der Angaben Dalton's ist Herrn Parrot der Umstand, dass Dalton beim Eispunkte und darunter noch eine Expansivkraft des Wasserdampfes findet. Dies scheint ihm geradezu unmöglich zu seyn, weil die Expansivkraft hier null seyn müsse. Beweise führt er übrigens nicht an. Aber ich bitte zu bedenken, dass es ja eine allgemein bekannte Sache ist, dass Eis verdunstet! Ist eine Verdunstung möglich, ohne dass Dämpfe mit einer gewissen Kraft sich bilden? Diese Schlussfolge ist wohl so klar, dass man dreist behaupten kann, derjenige habe nicht genau experimentirt, der beim Eispunkte keine Expansivkraft wahrnimmt.

Das bisher Angeführte sind die Hauptmomente in der Widerlegung des Herrn Parrot. Man sieht im Allgemeinen, dass er den Versuchen Dalton's nur Raisonnement entgegen gesetzt hat. Gegen eine solche Argumentation, in einer Erfahrungswissenschaft, muss aber feierlich protestirt werden. Versuchen, kann man nur andere Versuche entgegen setzen, von denen man beweisen kann, dass sie besser sind.

Ich bin übrigens weit entfernt, zu behaupten, dass Dalton's Angaben vollkommen genau sind, und niemand kann mehr wünschen, als ich, dass

dieſe wichtigen Verſuche von einem geſchickten Experimentator wiederhohlt und auch, wo möglich, noch weiter fortgeſetzt werden möchten. Nur glaube ich zu der Annahme berechtigt zu ſeyn, daſs ſie unter allen bisher bekannten der Wahrheit am nächſten kommen. Vorzüglich geht das daraus hervor, daſs ſie ſo genau mit den Verſuchen De Luc's und Sauſſure's, über die Temperatur des kochenden Waſſers, überein ſtimmen, wie man aus den *Annalen*, XVII, 57, erſehen kann, und worauf auch ſchon Herr Prof. Gilbert in einer Anmerkung zu Herrn Parrot's Aufſatz, (S. 90,) aufmerkſam gemacht hat. Prof. Schmidt's Verſuche z. B., worauf Herr Parrot viel zu halten ſcheint, ſtimmen damit nicht ſo gut. Denn nach Schmidt's Formel müſste das Waſſer auf dem Montblanc bei der Temperatur 68°,61 kochen; es kocht aber bei 69°; folglich giebt die Formel 0°,4 zu wenig, welcher Fehler nicht zugegeben werden kann.

Auf eine Widerlegung des zweiten Hauptangriffes gegen Dalton, daſs nämlich ſeine *Theorie* falſch ſey, will ich mich gar nicht einlaſſen. Dies iſt ein Gegenſtand, worüber faſt jeder Phyſiker eine eigene Meinung hat, und wo man alſo tolerant ſeyn muſs. Ich habe übrigens über dieſen Gegenſtand auch meine eigene Meinung, für die ich mir gleiche Nachſicht erbitte, und die kürzlich darin beſteht, daſs es mir für das wirkliche Intereſſe der Wiſſenſchaft ganz gleichgültig zu ſeyn ſcheint, ob

Dalton's Theorie oder irgend eine andere die richtigere iſt. Dalton's Verſuche beſtehen für ſich, ſeine Theorie mag ſtehen oder fallen. Er hätte dieſe Theorie, als eine Nebenſache, ganz weglaſſen können; aber — das iſt eine Mode, der jeder fröhnt. — Uebrigens, wenn man ja eine ſolche Theorie haben will, ſo iſt natürlich immer derjenigen der Vorzug zu geben, welche am meiſten Einfachheit und logiſchen Zuſammenhang hat.

---

Folgendes ſind die hauptſächlichſten Druckfehler in meiner Abhandlung in Band XVII der Annalen, welche ich die Beſitzer dieſes Werks, die für dieſen Gegenſtand Intereſſe haben, zu verbeſſern erſuche.

### Druckfehler im 17. Bande.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seite 61 | Zeile | 8 | anſtatt *zu groſs*, | lies: | *zu klein* |
| - 67 | - | 14 | - | $v$ | - | $V$ |
| - 68 | - | 6 | - | $v$ | - | $V$ |
| - 70 | - | 17 | - | $v$ | - | $V$ |

Die Temperatur des Condenſationspunkts war im Manuſcripte mit $\varrho$ bezeichnet, und dies hat der Setzer, wie es ſcheint, für $G$ angeſehen. Da er $G$ für $\varrho$ conſequent durchgeführt hat, ſo hätte dies nichts zu ſagen, wenn nicht $G$ in einer ganz andern Bedeutung, S. 70, wirklich vorkäme, wodurch dann Verwirrung entſteht. Es iſt alſo $G$ in $\varrho$ zu verwandeln, von S. 73 incl. an, bis zu Ende, mit der einzigen Ausnahme Seite 74, Zeile 5, wo es bleiben muſs.

---

# IV.

## UNTERSUCHUNGEN
## *über die Schwefel-Metalle,*

von

L. PROUST,
Prof. der Chemie zu Madrit.

*Frei bearbeitet von* Gilbert.

(Beſchluſs.)

### *Schwefel-Zinn, Muſivgold.* *)

Das *Schwefel-Zinn* enthält auf 100 Theile Metall 20 Theile Schwefel. Schon Bergman und Sage hatten ſich hiervon verſichert, und ich habe daſſelbe Verhältniſs gefunden.

Zinnfeile, die man mit Salmiak erhitzt, wirkt, ehe letzterer ſich ſublimirt, auf das Kryſtalliſationswaſſer deſſelben und zerſetzt es; 100 Gran Salmiak geben hierbei 10 bis 11 Kubikzoll Waſſerſtoffgas; vielleicht könnten ſie noch mehr hergeben, aber gewöhnlich platzt die Retorte, ehe die Operation zu

*) Ausgezogen aus der ſechsten der oben erwähnten Aufſätze Prouſt's: Thatſachen zur chemiſchen Geſchichte des Zinnes; geſchrieben im Jahre 1805. *Gilb.*

zu Ende ist. Es bleiben salzsaures Zinn, Salmiak und Zinnfeile als Rückstand. Das salzsaure Zinn giebt mit Goldauflösung Goldpurpur, und mit Schwefel-Wasserstoff-Wasser einen schwarzen Niederschlag; es enthält folglich das Zinn im *Minimo* der Oxydirung. Schon wenn man Salmiakwasser über Zinn kocht, wird eine Menge des letztern aufgelöst. — Erhitzt man Zinn, Salmiak und Schwefel mit einander, so kömmt ein Zeitpunkt, wo der Schwefel das salzsaure Zinn, welches sich gebildet hat, zersetzt, sich des Sauerstoffs desselben zum Theil bemächtigt, und *Mufivgold* bildet. Doch maskirt der Salmiak sehr bald die Resultate, weshalb folgender Weg besser ist.

Man concentrirt salzsaures Zinn im *Minimo* so lange, bis es zum Gestehn kömmt; das Wasser, welches dabei übergeht, enthält salzsaures Zinn im Maximo der Oxydirung in sich, welches flüchtiger als das im Minimo ist, und schon bei sehr mäfsiger Hitze auffteigt, indefs das salzsaure Zinn im Minimo, welches viel gröfsere Hitze bedarf, um sich zu sublimiren, rein in der Retorte zurück bleibt. Man wirft dann Schwefelblumen hinzu, und giebt allmählig Hitze. Gleich darauf fteigt ziemlich viel rauchendes salzsaures Zinn über; der Ueberfluss an Schwefel setzt sich im Halse der Retorte ab, und im Boden der Retorte findet man eine leichte und glänzende Scheibe *Mufivgold*, womit auch das Gewölbe der Retorte wie mit goldenen Blumen überzogen ist.

Unterfucht man diefe Produkte genauer, fo findet fich, dafs das falzfaure Zinn fich in zwei Theile getheilt hat; dafs der eine alle Säure und einen Theil feines Sauerftoffs dem andern abgetreten, und ihn dadurch zum flüchtigen rauchenden falzfauren Zinne, (Libav's rauchenden Geift,) gemacht hat; und dafs endlich Zinnoxyd fich nicht anders mit Schwefel verbindet, als wenn felbft das im Maximo oxydirte noch eine Verminderung an Sauerftoff leidet, und zwar, wie fich fogleich annehmen läfst, nach einem feften unveränderlichen Verhältniffe. Denn alle Verbindungen, welche die Verwandtfchaft beftimmt, gefchehn nach feften unabänderlichen Verhältniffen; und hier insbefondere fpricht dafür die Beftändigkeit der Eigenfchaften des Mufivgoldes, welches eine flüchtige, kryftallifirbare und in feinen Eigenfchaften eben fo wenig variable Verbindung, als der Zinnober ift, nach welchem Recepte man es übrigens auch verfertigt hat.

Der folgende Verfuch ift ein zweiter Beweis, dafs dem Zinnoxyd im Minimo Sauerftoff entzogen werden mufs, bevor es zum Mufivgolde werden kann.

Man erhitze 50 Theile Schwefel mit 100 Th. grauen Zinnoxyds, (Oxyds im Minimo,) das durch ein leichtes Calciniren von Waffer befreit worden, in einer genau gewogenen Retorte. Es tritt, wenn die Temperatur noch ziemlich niedrig ift, ein Zeitpunkt ein, wo die Mengung glühend erfcheint, und plötzlich eine Art von Entzündung zeigt, welche

den meiſten Metallen, indem ſie ſich mit dem Schwefel verbinden, eigen iſt. Iſt dieſes geſchehn, ſo erhalte man halbe Rothglühehitze ſo lange, bis ſich kein Schwefel weiter im Halſe der Retorte abſetzt. Wiegt man nun die Retorte, ſo bald ſie kalt geworden iſt, ſo findet ſich nur ein Gewichtsverluſt von 8 bis 9 Theilen, und das Muſivgold, welches entſtanden iſt, wiegt 120 bis 121 Theile. Während des Prozeſſes entweicht aus der Retorte ſchwefligſaures Gas und nichts weiter; dieſem Gas ſind alſo die 8 bis 9 Theile Verluſt zuzuſchreiben. Da aller überflüſſige Schwefel im Halſe der Retorte bleibt, ſo würden die 120 Theile Muſivgold aus 100 Theilen Zinnoxyd und 20 Th. Schwefel beſtehen müſſen, hätte nicht das Zinnoxyd Sauerſtoff verloren, wie das ſchwefelig-ſaure Gas beweiſt, das während der Bildung deſſelben entweicht. Folglich ſind 120 Th. Muſivgold = 100 Th. Zinnoxyd im Minimo, — $x$ Th. Sauerſtoff, + (20 + $x$) Th. Schwefel. Drei Verſuche, die mit Sorgfalt wiederhohlt wurden, gaben dieſelben Reſultate, bis auf einen halben Gran.

Wir haben hier alſo im Muſivgolde ein *drittes Zinnoxyd* entdeckt. Das Zinnoxyd im Maximo enthält auf 100 Theile Zinn 28 Theile, das im Minimo 22 *) Theile, und dieſes dritte noch weniger

*) Ob dieſes ein Druckfehler iſt, kann ich nicht beſtimmen. In einem frühern Aufſatze über die Oxydationen der Metalle ſchreibt Prouſt dieſem Oxyde wiederhohlt nur 15 Theile Sauerſtoff auf 100 Theile Zinn zu. *Gilb.*

Sauerſtoff, unſtreitig indeſs eine conſtante und auf unveränderliche Weiſe beſtimmte Menge. Denn wenn eine Zuſammenſetzung ſich ſtets unter einerlei Eigenſchaften zeigt, wie man ſie auch hervor bringt, ſo ſetzt dieſes immer nothwendig eine Unveränderlichkeit im Verhältniſſe ihrer Beſtandtheile voraus. Es verdient dieſer neue Grad der Oxydation des Zinnes, welchen die Verwandtſchaften ausſchlieſslich für eine ſonderbare Verbindung erzeugen, beſtimmter gekannt zu werden; vielleicht daſs er ſich, wie die beiden andern Zinnoxyde, auch für ſich und einzeln darſtellen läſst.

Bringt man das Muſivgold in eine hohe Hitze, ſo kann der Sauerſtoff ſich nicht beim Metalle erhalten; er zieht den Schwefel vor und entweicht damit als ſchweflig-ſaures Gas. Einen Theil des Schwefels macht indeſs das Zinn ſelbſt dem Sauerſtoff ſtreitig, und es entſteht ein Schwefel-Metall. Schweflig-ſaures Gas und *Schwefel-Zinn* ſind daher die zweifachen Verbindungen, welche aus dem Muſivgolde, (Schwefel-Zinnoxyd, einer dreifachen Verbindung,) in ſehr hoher Temperatur hervor gehn. Zugleich entweicht ein Antheil Schwefel. Daſs das Zinn in dem Zuſtande, in welchem es im Muſivgolde vorhanden iſt, mehr Schwefel, als wenn es reguliniſch iſt, zu binden vermag, iſt in der That auffallend, da doch der Sauerſtoff die Verwandtſchaft des Zinnes zum Schwefel ſchwächen müſste.

Zinnoxyd *im Maximo* mit Schwefel erhitzt, giebt ſehr viel ſchweflig-ſaures Gas und Muſivgold.

Wenn man aber 3 Theile Oxyd *im Maximo* mit 1 Theile Muſivgold erhitzt, ſo wird letzteres zerſetzt. Der Schwefel reducirt einen Theil des Oxyds zum Minimo, es entweicht ſchweflig-ſaures Gas, und als Rückſtand bleibt ein graues Pulver, das aus Zinnoxyd im Minimo, aus Schwefel-Zinn und aus weiſsem Oxyd beſteht, wie ſich bei der Behandlung mit Salzſäure zeigt.

Pelletier will aus Zinnober und aus Schwefel-Zinn, die er mit einander erhitzte, Muſivgold erhalten haben. Als ich den Verſuch wiederhohlte, fand ich nichts als Zinnober ſublimirt, und Schwefel-Zinn im Boden der Retorte. *) Dieſe Thatſachen ſind völlig hinreichend, uns über den Prozeſs zu belehren, durch den das Zinn ſich in Muſivgold verwandelt.

*Salzſäure* greift das Schwefel-Zinn ſehr willig an; es entſteht Zinnoxyd im Minimum, Schwefel-Waſſerſtoff-Gas, u. ſ. w. Auf Muſivgold hat ſie dagegen nicht die mindeſte Wirkung, welches ſehr ſonderbar iſt; reinigt daſſelbe bloſs von allem Schwefel-Zinn, wie Pelletier gezeigt hat. Gerade

*) Im *Journ. de Phyſ.*, Juill. 1806, p. 54, zeigt Joſeph Pelletier, daſs man allerdings etwas Muſivgold erhält, wenn man den Verſuch ſo anſtellt, als ſein Vater ihn beſchrieben hat, daſs aber, da dabei immer Waſſer mit übergeht, dieſer Erfolg bloſs dem Waſſer oder der Feuchtigkeit der Materialien zuzuſchreiben ſey, auf deren Koſten ſich etwas Zinn oxydirt. *Gilb.*

dieſelbe Bewandtniſs hat es mit der *Salpeterſäure*, welches noch mehr auffällt, wenn man die Heftigkeit bedenkt, mit welcher Zinn und Schwefel ſonſt die Salpeterſäure angreifen. Um Muſivgold aufzulöſen, wird *Königswaſſer* erfordert, und ſelbſt dieſes muſs darüber geraume Zeit kochen. Das Reſultat iſt eine Art von ſchwefelſaurem Zinn im Maximo, das ſich in ſtarker Hitze zerſetzt, ſo genanntes Vitriolöhl giebt, und ein weiſses ſchwammichtes Oxyd zurück läſst. Um dieſes frei von Säure zu haben, muſs man es waſchen; in dem Waſſer findet ſich dann keine Spur von Zinn.

Als ich einſt in einer kleinen Retorte 100 Gran *Salpeter* mit 50 Gran Muſivgold allmählig erhitzte, entſtand eine Exploſion, welche die Retorte zerſprengte, und mir Gefahr drohte.

Zinnoxyd im *Maximo* iſt ſehr auflöslich im *Kali;* die Auflöſung kryſtalliſirt ſich leicht; die Kryſtalle ſchienen mir linſenförmig, und in allen Lagen zuſammen gehäuft zu ſeyn. Sie haben einen Geſchmack nach Kali, löſen ſich im Waſſer auf und verlieren darin einen Theil ihres Oxyds. In der Hitze ſchmelzen ſie nicht, werden aber roth, ohne ihre Geſtalt zu verlieren. — Auf Schwefel-Zinn wirkt flüſſiges Kali gar nicht, indeſs es auf Schwefel-Spieſsglas eine ſo ausgezeichnete Wirkung äuſsert; und doch hat das Zinn eine weit gröſsere Verwandtſchaft zum Sauerſtoff als das Spieſsglas. Dergleichen Anomalieen können zur Warnung dienen, in der Chemie nicht voreilig zu urtheilen. —

Das Muſivgold wird von flüſſigem Kali in der Wärme aufgelöſt, und erleidet darin merkwürdige Veränderungen, welche zur weitern Aufklärung der Theorie der Oxydation beitragen können. *)

*) Ich ſetze ganz im Kurzen hierher, was Herr Prouſt hiervon und von den beiden Arten von *Schwefel-Waſſerſtoff-Zinn*, die er entdeckt hat, („Verbindungen, die man bis jetzt nur geahndet hatte,") anführt. Man nehme irgend eine Zinnauflöſung, die vollkommen im *Maximo* der Oxydirung iſt, ſättige ihren Ueberſchuſs an Säure und laſſe einen Strom Schwefel-Waſſerſtoffgas hindurch ſteigen. Es erſcheint ein *hellgelber* Niederſchlag, der trocken dunkelgelb wird, deſſen Theilchen, gleich denen des Zinnoxyds im Maximo, und der Zinngraupen, einen glaſigen Bruch haben, und das ſich in flüſſigem Kali auflöſt und durch Säuren daraus wieder unverändert niedergeſchlagen wird; ihn nennt Prouſt *Hydroſulfure d'étain majeur.* Erhitzt man darüber Salzſäure, ſo entbindet ſich unter Aufbrauſen Schwefel-Waſſerſtoffgas in Menge, und es entſteht ſalzſaures Zinn im *Maximo.* Die Hitze verändert alſo hier die Verwandtſchaft. In der gewöhnlichen Temperatur entzieht der Schwefel-Waſſerſtoff der Salzſäure das Oxyd, in der Hitze des kochenden Waſſers geſchieht das Umgekehrte. Erhitzt man jenen Niederſchlag allmählig, ſo bildet ſich aus ihm Waſſer, ſchweflig-ſaures Gas, ein wenig freier Schwefel, und es bleibt ſehr ſchönes Muſivgold als Rückſtand; ein Beweis, daſs der Schwefel-Waſſerſtoff keine ſtarke Hitze verträgt, ohne zu ſtreben, ſich zu zerſetzen.

Behandelt man auf dieſelbe Weiſe eine Zinn-

Wenn das Zinnoxyd vom *Minimo* zum *Maximo* übergeht, so nimmt es an Auflöslichkeit ab, gerade so,

auflösung im *Minimo*, so erhält man einen *kaffeebraunen* oder selbst noch dunklern Niederschlag, der nur dann bleibend ist, und sich nicht an der Luft in den ersten gelben verwandelt, wenn man ihn mit kochendem Wasser gewaschen hat. Er ist das *Hydrosulfure d'étain mineur*. Zur Salzsäure verhält er sich wie der erstere, und giebt damit erhitzt salzsaures Zinn im Minimo. Vom erstern unterscheidet er sich aber dadurch, dafs er schwarz scheint, sich nicht, ohne sich zu verändern, im flüssigen Kali aufzulösen vermag, und dafs er erhitzt kein Musivgold und kein schweflig-saures Gas, sondern nur Wasser, ein wenig Schwefel und nichts als Schwefel-Zinn giebt. Kocht man flüssiges Kali darüber, so bleibt ein Theil als Schwefel-Zinn am Boden liegen; der andere Theil nimmt allen Sauerstoff und allen Schwefel-Wasserstoff in sich auf, bleibt als gelbes Schwefel-Wasserstoff-Zinn aufgelöst, und wird daraus als solches durch Säuren niedergeschlagen.

Kocht man flüssiges Kali über Musivgold, so löst es sich ruhig auf und die Flüssigkeit wird grünlich; das Zinn oxydirt sich dabei im Maximo und der Schwefel verwandelt sich in Schwefel-Wasserstoff; denn Säuren der Auflösung zugesetzt, schlagen gelbes Schwefel-Wasserstoff-Zinn daraus nieder. Dies hat viel Analogie mit der Kermesbildung; aber höchst sonderbar ist es, dafs Schwefel-Zinn das Wasser nicht zu zersetzen vermag, obgleich man glauben sollte, es müsse viel heftiger auf das Wasser wirken, als das Musivgold. — Auch

wie das mit dem Eisen, dem Manganes, dem Kobalt und so vielen andern Metallen der Fall ist. Das Zinn-

Zinnoxyd im Minimum, welches mit Kali und Schwefel erhitzt wird, oder welches man in flüssiges Schwefel-Kali, das von Schwefel-Wasserstoff frei ist, giefst, verwandelt sich plötzlich in gelbes Schwefel-Wasserstoff-Zinn. Das Zinnoxyd im Minimo scheint folglich eine ganz besondere Anlage zu haben, das Wasser zu zersetzen und sich auf Kosten desselben stärker zu oxydiren. Es ist hiernach unmöglich, Musivgold auf nassem Wege zu bilden. Pelletier, der dieses gethan zu haben glaubte, hat sich getäuscht. — Das Musivgold zersetzt das Wasser nicht blofs mitten im Schwefel-Kali, sondern selbst mitten im Schwefel-Wasserstoff-Kali, so desoxydirend dieses sonst auch wirkt. Erhitzt man beide zusammen, so löst sich das Musivgold auf, und Säuren schlagen daraus gelbes Schwefel-Wasserstoff-Zinn nieder. Noch weniger vermag der Wasserstoff allein das Zinnoxyd zu desoxydiren.

Wenn alle *flüssige Schwefel-Alkalien*, wie dieses Berthollet glaubt, Wasserstoff gebunden enthielten, [und also Schwefel-Wasserstoff-Alkalien wären,] so müfsten die Niederschläge, welche sie mit salzsaurem Zinn im Minimo geben, stets mit sehr viel Schwefel-Wasserstoff-Zinn im Minimo vermengt, und also sehr ins Braune spielend seyn. Aber das ist keinesweges stets der Fall. Ist der Niederschlag recht gelb, löst er sich vollständig in flüssigem Kali auf, und giebt Schwefel-Wasserstoff-Wasser keinen braunen Niederschlag mit dieser Auflösung; so mufs man schliefsen, dafs das flüssige Schwefel-Alkali keinen Wasserstoff enthalten

oxyd, welches uns die Natur giebt, ist ein solches, mit 28 Th. Sauerstoff auf 100 Th. Zinn, das aber eine so ausserordentliche Cohäsion hat, dass es durch Schwefel, womit man es erhitzt, nur sehr allmählig, und erst nach zwei- oder dreimahliger Behandlung, bei denen es immerfort schweflig-saures Gas entbindet, so weit desoxydirt wird, dass es endlich zu Mufivgold wird. Die Thatsachen, welche hier vom Zinnoxyd im Maximo angeführt sind, geben uns Aufschluss, warum die Säuren dieses natürliche Zinnoxyd aufzulösen so wenig, Kali dagegen so vorzüglich geschickt ist.

Es leidet kaum Zweifel, dass man die *weissen Zinngraupen* unter die Zinnerze wieder wird auf-

habe, und dass es daher eben so gut flüssige Schwefel-Alkalien als flüssige Schwefel-Wasserstoff-Alkalien giebt. Ganz strenge genommen ist zwar kein einziges flüssiges Schwefel Alkali ohne ein wenig Wasserstoff, wie ich das, sagt Herr Proust, selbst gezeigt habe, weshalb auch jene Niederschläge immer ein wenig ins Falbe spielen; aber ich kann unmöglich der Meinung seyn, dass man dieses Bischen Wasserstoff für ein wesentliches Element der Verbindung zu nehmen habe, oder für etwas, ohne das der Schwefel sich nicht im Alkali erhalten würde. Man fülle drei Gläser mit verdünntem Schwefelalkali, giesse in zwei derselben Schwefel-Wasserstoff-Kali in ungleichen Mengen hinzu, und tröpfle dann salzsaures Zinn im Minimo hinein; die sehr verschiedenen Farben der Niederschläge werden das, was ich hier anführe, vollkommen bestätigen. *Proust.*

nehmen müſſen. Man hat ſie, ohne hinlänglich unterſucht zu haben, ausgeſtrichen. Zwar hat man gewöhnlich den Tungſtein für weiſses Zinnoxyd genommen; dieſes letztere exiſtirt aber wirklich, obgleich es ſelten iſt. Unter einer Sendung Mineralien, welche ich von Montery in Galicien erhalten habe, fanden ſich drei weiſse, undurchſichtige, durch das Rollen völlig entſtellte Kryſtalle, die ich gleich anfangs für Tungſtein nahm. Da ſie indeſs, nachdem ſie ein Jahr lang in Schwefelſäure gelegen hatten, nicht angegriffen waren, unterſuchte ich ſie chemiſch, und fand reines Zinnoxyd. Sie ſind es, welche ich mit Schwefel in Muſivgold verwandelt habe. Auch die grauen und braunen Kryſtalle laſſen ſich dazu machen, nur mit noch mehr Schwierigkeit, und ihr Muſivgold iſt ſtets mit Schwefeleiſen verunreinigt. Sand und unveränderte Stückchen Kryſtalle bleiben als Rückſtand. *)

Madrid im April 1805.

---

*) Folgende Verſuche mit *Indigo* ſind nach Herrn Prouſt gleich ergötzend und belehrend. Man laſſe in einer Flaſche, deren Stöpſel gut ſchlieſst, fein geriebenen Indigo, Zinnoxyd im Minimo und flüſſiges Kali über einander ſtehen, und ſchüttle von Zeit zu Zeit. Der Indigo verſchwindet endlich, indem er ſich durch Zwiſchenwirkung des Zinnoxyds im Kali auflöſt; die Farbe der Auflöſung iſt orangegelb. Man fülle nun 3 Gläſer, das eine mit kaltem, das zweite mit warmen Waſſer, das dritte mit Schwefel-Waſſerſtoff-Waſſer, und laſſe in je.

des einige Tropfen von der Indigauflöfung fallen. Im erften Glafe entfteht im Augenblicke *Blau*, im zweiten ein fchönes *Orangegelb*, im dritten ein ähnliches *Orangegelb*. Hier zeigt fich fehr auffallend die Einwirkung des Sauerftoffs der Luft auf den in der Auflöfung desoxydirt fich befindenden Indigo. Diefer entreifst der Luft, welche im kalten Waffer ftets in Menge fich befindet, augenblicklich den Sauerftoff, und kömmt dadurch zu feiner vorigen Farbe zurück. Im kochenden Waffer ift die Luft ausgetrieben; und das Schwefel-Waffer ftoff-Waffer kann eben fo wenig Sauerftoff enthalten, weshalb in beiden die Farbe der Auflöfung unverändert bleibt. Ein in kochendem Waffer genafster linnener oder baumwollner Lappen, der in das zweite Glas getaucht wird, kömmt gelb heraus, und wird an der Luft erft grün, dann blau, und bleibt dauernd gefärbt. Giefst man das zweite Glas, während es noch gelb ift, in ein grofses Zuckerglas mit kaltem Waffer aus, und rührt es um, fo geht es fchnell von Gelb in volles Blau über. Ift der Indigo zu feiner urfprünglichen Farbe zurück gekommen, fo wird er wieder unauflöslich und fetzt fich zu Boden. Läfst man einige Tropfen oxygenirter Salzfäure in die gelbe Auflöfung fallen, fo ift fie im Augenblicke blau; fetzt man zu viel zu, fo wird das Blau wieder zerftört. Diefe Wirkungen beftätigen die Ideen fehr gut, welche die neuere Chemie fich vom Indigo macht.

Der Indigo ift ein Produkt, welches fich in Oft- und Weftindien, den Pflanzenfäften, die daffelbe aufgelöft enthalten, nur dadurch entziehen läfst, dafs man ihn durch den Sauerftoff niederfchlägt; und das wir in Europa nur dadurch zum Färben fähig machen können, dafs wir ihm diefen Sauer-

ſtoff wieder entziehn. So verſchieden auch der Hergang in der Waidküpe, von dem zu ſeyn ſcheint, wie die desoxydirenden Metallſalze wirken, ſo iſt doch die Theorie dieſelbe. Beim Gähren des grünen Satzmehls des Waids, der Kleie, des Krapps, u. d. m., entbindet ſich Waſſerſtoff, der den Indigo desoxydirt und zum Grün zurück bringt. Ich habe dieſe Küpen ziemlich genau beobachtet, und bin jetzt überzeugt, daſs alle andere grüne Pflanzen, welche an grünem Satzmehle reich ſind, wie der Kohl und überhaupt alle *Cruciata*, überall dieſelbe Wirkung als der Waid hervor bringen würden, wenn man denſelben nicht haben könnte.

Nach einem Verſuche, den ich vor längerer Zeit mit groſser Sorgfalt mit einer Waidküpe gemacht habe, abſorbiren 100 Pfund Wolle, die ihres Fettes völlig benommen iſt, 6¾ Pfund Indigo, wenn die Farbe türkiſch-blau werden ſoll, d. i., die dunkelſte Nuance, welche man hervor bringen kann. Mit einer Reihe Verſuche über den Scharlach bin ich noch nicht ganz zu Ende; ich werde ſie künftig bekannt machen. *Prouſt.*

## V.

## *Einige Verſuche über metalliſche Vegetationen,*

von

Charles Sylvester, Eſq.

Sheffield den 14ten Mai 1806. *)

— — Ich habe mich vor kurzem mit einem höchſt intereſſanten Theile der Chemie zu beſchäftigen angefangen, der noch ſehr vernachläſſigt iſt; nämlich mit den Niederſchlägen eines Metalles aus ſeinen Auflöſungen durch andere reguliniſche Metalle. Die bloſse chemiſche Wirkung des reguliniſchen Metalles auf das Oxyd in der Auflöſung iſt unzureichend, eine Menge ſehr ſonderbarer Erſcheinungen zu erklären, welche einige dieſer Prozeſſe begleiten.

Im Dianenbaume ſehn wir eine Erſcheinung von Vegetation, und der Bleibaum zeigt einen Bündel feiner Filamente [Blätter] metalliſchen Bleies, welche bis zum Boden der Flaſche herab hängen. Gieſst man auf ein Stück ebnen Glaſes etwas ſalpeterſaure Silberauflöſung, verbreitet ſie in eine dünne Lage, und legt ein Stückchen Zinkdraht in die Mitte derſelben, ſo erſcheint in kurzer Zeit ein ſchöner Silberbaum, als wüchſe er aus dem Drahte hervor.

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 14, p. 95 f. *d. H.*

Betrachtet man aber den Prozefs unter einem Vergröfserungsglafe, fo wird man gewahr, dafs die Ramificationen des Silbers an ihrem äufserften Ende, am weiteften vom Zinke ab, durch allmählige Reduction des Silbers anwachfen; ein offenbarer Beweis, dafs das Silberoxyd nicht durch den Zink reducirt wird, fondern durch etwas, welches in dem Punkte, wo das Anwachfen vor fich geht, vorhanden ift, und das, wie ich durch die folgenden Verfuche zu beweifen hoffe, vom Princip des Galvanismus abhängt.

In dem Verfuche mit der Glasplatte machte ich folgende Abänderung: Ich überzog die eine Hälfte derfelben mit falpeterfaurem Silber, die andere mit verdünnter Salzfäure, fo dafs beide fich berührten; legte in erfteres das Ende eines Platindrahts, in die andere das Ende eines Zinkdrahtes, und brachte die beiden andern Enden beider Drähte auf dem Tifche mit einander in Berührung. Ich hatte das Vergnügen, fogleich von der Spitze des Platindrahtes aus einen fchönen Silberbaum wachfen zu fehen. Diefes hörte fogleich auf, als beide Drähte getrennt wurden.

Wäre die ganze Glasplatte blofs mit Salzfäure bedeckt gewefen, fo würden in diefem Verfuche am Platindrahte Bläschen von Waffertoffgas erfchienen feyn, indem das Waffer am Zinkdrahte zerfetzt wird, der Sauerftoff deffelben fich mit dem Zink verbindet, und der Waffertoff in irgend eine Verbindung tritt, vermöge deren er auf eine unfichtbare Weife durch die Flüffigkeit hindurch zu dem Platin-

drahte geführt, und da in Gasgeſtalt entbunden wird. Hieraus iſt klar, daſs, wenn das Ende des Platindrahts, wie in unſerm Verſuche, ſich in ſalpeterſaurem Silber befindet, der Waſſerſtoff dazu verwendet wird, das Silber in Metallgeſtalt zu reduciren.

Wird bloſs ein Stück Zink in die ſalpeterſaure Silberauflöſung gelegt, ſo reducirt der Zink im erſten Augenblicke das Silberoxyd, das ihn unmittelbar berührt. Darauf bilden Zink und Silber eine galvani'ſche Verbindung, und der übrige Theil des Prozeſſes geht durch Galvanismus vor ſich. Der Zink wird nun durch den Sauerſtoff des Waſſers oxydirt, und das Silber durch den Waſſerſtoff reducirt.

Für die Bildung des Bleibaums paſst dieſelbe Erklärung. So bald der kleinſte Theil reguliniſchen Bleies durch den Zink dargeſtellt iſt, tritt eine Zerſetzung des Waſſers ein, der Sauerſtoff deſſelben verbindet ſich mit dem Zink, und der Waſſerſtoff, der auf eine unſichtbare Weiſe ſich durch die Flüſſigkeit verbreitet, reducirt das Bleioxyd, da, wo es das ſchon gebildete reguliniſche Blei berührt.

Um darzuthun, daſs die ganze Wirkung durch Galvanismus ſich hervor bringen läſst, ohne daſs der Zink die Bleiauflöſung zu berühren braucht, machte ich den folgenden Verſuch:

Ich füllte eine an beiden Enden offene, unten mit Blaſe überbundene Glasröhre mit eſſigſaurer Bleiauflöſung, und verſchloſs die obere Oeffnung mit einem Korke, durch welchen ein Platindraht in die Flüſſigkeit hinab ging. Dieſe Röhre hing ich auf-

aufrecht mit dem untern Ende in verdünnter Salzsäure, welche sich in einem Gefäfse aus Zink befand. So lange der Platindraht mit dem Zink des Gefäfses aufser Berührung war, zeigte sich in der Röhre keine Veränderung; so bald er aber an den Zink befestigt wurde, begann reguliniſches Blei um die Platinſpitze zum Vorſcheine zu kommen. Ich erhielt auf dieſe Art ungefähr 6 Grains reguliniſchen Bleies. War die Röhre mit verdünnter Salzsäure ſtatt mit eſſigſaurem Blei gefüllt, ſo gab der Platindraht Waſſerſtoffgas her; woraus erhellt, dafs ſelbſt die Blaſe den Durchgang des gebundenen Waſſerſtoffgas nicht verhindern konnte. Ich habe ſchon früher, (*Annalen*, XXIII, 441,) bemerkt, dafs höchſt wahrſcheinlich die electriſche Materie es iſt, mit welcher ſich der Waſſerſtoff verbindet, während der Sauerſtoff an den Zink tritt, und dafs ſie ihn durch die Flüſſigkeit unſichtbar dem Platindrahte zuführt.

Wenn eſſigſaures Blei durch Galvanismus zerſetzt wird, ſo wird die Säure frei, und ich glaube, dafs das bei allen Metallauflöſungen gleichmäſsig Statt findet. Detaillirtere Bemerkungen über dieſe Verſuche künftig.

# VI.

## ZERLEGUNG
### *einer neuen Varietät von Blende aus Cornwall,*

von

J. Kidd, M. D.,

*mit Bemerkungen von* Gilbert.

Oxford den 9ten Mai 1806. *)

— — Dieſes Mineral findet ſich in einer der *Gwennap mines* und kömmt als Incruſtation vor auf einem ſpongiöſen Schwefelkies, der mit Quarz vermiſcht iſt. Ein kleiner Antheil dieſes Kieſes färbt das Boraxglas, wenn er damit geſchmelzt wird, tief blau; er ſcheint daher viel Kobalt zu enthalten. Die Bergleute meinten, die Incruſtation ſey eine Varietät von Holzzinn; ſie war ſelbſt denen etwas ganz Neues, die mit den Mineralien Cornwalls am beſten bekannt ſind.

Die Farbe äuſserlich und innerlich variirt zwiſchen lichtgrau und dunkelbraun; der Bruch gleicht dem von Feuerſtein, und zeigt concentriſche Lagen; das Gewebe iſt dicht und glatt; das Ganze hat Seidenglanz, und die Härte iſt ungefähr 8 nach Kirwan. In Maſſe iſt das Mineral nicht leicht zu

*) Im Auszuge aus Nicholſon's *Journal*, Vol. 14, p. 134. *Gilb.*

zerbrechen, die kleinen Bruchstücke aber sind sehr spröde. Beim Zerreiben verbreitet sich ein lebhafter hepatischer Geruch. Das spec. Gewicht ist 3,7 bis 3,9.

In Salpetersäure und Salzsäure löst sich das Mineral mit Aufbrausen auf. Die erstere zersetzt es lebhaft; die letztere entbindet dabei viel Schwefel-Wasserstoffgas. *) In beiden Fällen setzt sich viel Schwefel ab. Kaliwasser schlägt aus diesen beiden Auflösungen eine weisse Substanz nieder, welche bei 300° F. schwach olivengrün wird, und 4,5 zum spec. Gewicht hat. Dieselbe Farbe nahm bei gleicher Hitze ein erdiger Galmei aus Derbyshire an vom spec. Gewicht 3,6764. Blausaures Kali gab einen hellgrauen Niederschlag.

*) Also musste in dem Mineral das Metall, welche es enthält, *regulinisch*, nicht oxydirt vorhanden seyn; man wolle denn annehmen, das Mineral sey eine Verbindung von Metalloxyd mit Schwefel-Wasserstoff; eine Annahme, die indess unzulässig zu seyn scheint. — Beides beweist mit völlig überzeugenden Gründen Herr Prouſt in einem Aufsatze über die Blende, welchen ich leider erst erhielt, als alles dieses schon gesetzt war, und den ich daher im folgenden Hefte nachtragen muss, so sehr damit auch der gegenwärtige verglichen zu werden verdient. Schwefel-Wasserstoff verbindet sich mit dem Zinkoxyd und fällt es aus den Auflösungen als ein gelbliches Pulver; nicht alles war also Schwefel, was in der Salzsäure niederfiel.

*Gilb.*

Bei der Hitze einer Argand'ſchen Lampe verlor das Mineral 0,01 ſeines Gewichts an Waſſer. In einer ſchwachen Rothglühehitze nahm das Gewicht um 0,34 ab. Bei ſtarker Rothglühehitze in einem verſchloſſenen Gefäſse ſublimirte ſich ein Theil in Geſtalt kleiner nadelförmiger Kryſtalle von dem ſilberartigen Anſehen ähnlich kryſtallifirter Zinkblumen. In der ſtärkſten Hitze endlich, einer mäſsigen Schmiede, ſublimirte ſich das Mineral in kleine braune prismatiſche Kryſtalle, die an den Seiten des Tiegels feſt anſaſsen, und durch ein Mikroſkop betrachtet, in Farbe und Glanz den halb durchſichtigen Kryſtallen brauner Blende ſehr ähnlich waren, ſich auch in Salpeterſäure und in Salzſäure unter ähnlichen Phänomenen als die Blende auflöſten.

Es verdient angeführt zu werden, daſs, als ich 50 Grains des gepulverten Minerals in einem kleinen Platintiegel, welchen Dr. Wollaſton bereitet hatte, und der in einem irdenen Tiegel eingeſchloſſen war, der Hitze einer mäſsigen Schmiedeeſſe ausſetzte, das Platin, da, wo es das Mineral berührte, vollkommen geſchmelzt wurde, und der übrige Theil ſich mit einer irisirenden Haut überzogen hatte und durch und durch erweicht und ſpröde geworden war. — Eine ähnliche Wirkung brachte ich vor kurzem in einem Platinlöffel hervor, als ich darin etwas Galmei vor das Löthrohr brachte.

Da mir von dem Mineral, das nach allem, was angeführt worden war, eine Art von Blende ſeyn muſste, überhaupt nur 300 Gran zu Gebot ſtanden,

wovon das meiſte bei den vorigen Verſuchen ſchon aufgegangen war, ſo ſuchte ich die Analyſe durch vergleichende Verſuche mit Zink und Blende zuverläſſiger zu machen. Meine Reagentien ſind von den Herren Allen und Howard bereitet. Die Niederſchläge wurden ohne Beihülfe von Filtra, (die durch blauſaures Kali ausgenommen,) gewaſchen, geſchieden und getrocknet. Aufgelöſt in Salpeterſäure vom ſpec. Gewichte 1,47, daraus durch *Kali* gefällt, und bei 300° F. getrocknet, wog der Niederſchlag von

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | ; 20 | ; 100 | Gran *Zink* |
| 6,4 | ; 24,5 | ; 125 | — — |

Das ſpec. Gewicht der Niederſchläge war ungefähr 4,3. Das letzte Gewicht ſtimmt genau mit Prouſt's Beſtimmung des Sauerſtoffgehalts des Zinkoxyds überein; die beiden erſten hätten ihr gemäſs 6,25 und 25 ſeyn müſſen.

100 Gran blättriger brauner Blende vom ſpec. Gew. 4,0678 gaben, auf dieſelbe Art behandelt, einen Niederſchlag vom ſpec. Gewicht 4,54, der 75 Gran wog.

Als ſalpeterſaure Zinkauflöſung durch *blauſaures Kali* gefällt wurde, erhielt ich von

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | ; 20 | ; 100 | Gran *Zink* |
| 16,1 | ; 65 | ; 330 | Gran *Niederſchlag.* |

Die beiden erſten muſsten 16 und 66 Grains ſeyn, um dem letztern völlig proportional zu ſeyn.

Da es offenbar war, daſs das zu unterſuchende Mineral Zinkoxyd enthielt, *) und da es auſseror-

*) Daſs der Zink im Mineral oxydirt geweſen ſey, geht aus keinem einzigen der angeführten Umſtän-

dentlich schwierig ist, dieses Oxyd, (besonders im Kleinen,) auf die gewöhnliche Art zu reduciren, so nahm ich zum *Galvanismus* meine Zuflucht; denn bekanntlich kömmt es bei der Reduction der Metalle aus ihren Auflösungen, durch Hülfe des Galvanismus nicht auf die Verwandtschaft der Metalle zum Sauerstoff an. Man pflegt gegen den Galvanismus, als Hülfsmittel der Analyse, einzuwenden, dass er trüglich sey, weil die Säure, die zugleich frei wird, das Metall, welches reguliniſch niederfällt, sogleich wieder auflöst. Da aber Herr Klaproth vor kurzem bemerkt hat, dass die Metalle eins das andere auch aus den Auflösungen ihrer Oxyde in Alkalien reguliniſch niederschlagen, *) so zeigte sich hier ein

de hervor; dies sollte daher wohl nur heissen: da es offenbar war, dass die Auflösungen des zu untersuchenden Minerals in den Säuren, Zinkoxyd enthielten. *Gilb.*

*) „Herr Klaproth", (heisst es in einer Notiz in Nicholson's *Journal*, Febr. 1806, p. 187,) „hat *kurze Zeit vor seinem Tode* entdeckt, dass die Metalle, aus den Auflösungen ihrer Oxyde in den Alkalien, durch andere Metalle, deren Oxyde in demselben Alkali auflöslich sind, eben so leicht reguliniſch niedergeschlagen werden, als aus ihren Auflösungen in Säuren durch Phosphor. Er hat eine sehr scharfsinnige Anwendung dieses Prozesses auf die Analyse der Zinnminern, auf dem in seinen Beiträgen beschriebenen Wege gemacht. Auf diese Art schlägt Zink aus einer Auflösung von Schelium in Ammoniak das Schelium als schwarze Flocken nieder." *Gilb.*

Mittel, dieſem Bedenken auszuweichen. Ich löſte etwas Zinkoxyd in Kaliwaſſer auf, und ſetzte es auf Eiſen-, Kupfer- und Platinblechen der Einwirkung des galvani'ſchen Apparats aus; es gab mir ſehr ſchnell einen Niederſchlag metalliſchen Zinks. Zufälliger Weiſe fand ſich hierbei, daſs, wenn die Verbindung der Flüſſigkeit mit dem galvani'ſchen Apparate aufgehoben wurde, der ſo eben niedergeſchlagene Zink in dem vorigen, ſo wie in jedem andern Kaliwaſſer, ja ſelbſt in einer Auflöſung halb kohlenſauren Ammoniaks ſehr ſchnell wieder ſich auflöſte. Dies geſchah unter Entbindung von ſehr kleinen Luftblaſen, welche von der Oberfläche des Zinks aufſtiegen; waren ſie, wie es wahrſcheinlich iſt, Waſſerſtoffgas, durch Zerſetzung des Waſſers gebildet, ſo erklärt ſich dieſe Wiederauflöſung des Zinks ſehr leicht. Wenn ich die Verbindung mit dem galvani'ſchen Apparate ununterbrochen erhielt, ſo erfolgte keine Wiederauflöſung des Zinks, und ich bekam auf dieſe Weiſe aus 5 Theilen Zinkoxyd, die in Kaliwaſſer aufgelöſt worden waren, 4 Theile metalliſchen Zinks, alſo allen, der ſich darin befand.

Dieſe Verſuche ſetzen uns in den Stand, die Menge von Zink in einem gegebenen Gewichte Zinkoxyds, ſo wohl durch Rechnung, als durch wirkliche Reduction zu finden.

Um die Menge von Schwefel, welche beim Auflöſen des Minerals in Salpeterſäure acidifirt worden war, mit Zuverläſſigkeit zu beſtimmen, kochte ich Salpeterſäure von derſelben Art über 7,9 Gr. Schwe-

fel, bis dieſer ganz verſchwunden war. Darauf ſetzte ich ſo lange ſalpeterſaure Barytauflöſung hinzu, bis kein Niederſchlag weiter erfolgte, wuſch den Niederſchlag, trocknete ihn bei ſchwacher Rothglühehitze, und fand, daſs er 50 Gran wog, (ſpec. Gewicht 3,7826.) Dieſer Verſuch ſtimmt ſehr nahe mit denen des Herrn Chenevix zuſammen, [*Annalen*, XIII, 168,] (beide weichen nur im Verhältniſſe von 7,20 zu 7,22 von einander ab,) und iſt daher ſehr zuverläſſig.

Hier nun die Reſultate von drei oder vier Analyſen mit verſchiedenen Mengen des gepulverten Minerals, und die Folgerungen, auf welche ſie führen:

| | Verſuch I | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Gewicht des Minerals | Gran 30 | 13,8 | 13 |
| Beim Auflöſen in Salpeterſäure ſchieden ſich ab: | | | |
| Zufällig eingem. Theile kryſtalliſ. Quarzes | 0,5 | 0,4 | |
| Schwefel | 1,6 | 1,2 | 1,5 |
| Niederſchlag durch ſalpeterſ Baryt | 54 | 20 | 19 |
| Darin Schwefel, berechnet | 7,8 | 2,9 | 2,7 |
| Niederſchlag durch Kali getrocknet bei 300° F. | 20 | 9 | 9 |
| Alſo gab 1 Th. des Minerals { Schwefel | 0,32 | 0,31 | 0,32 |
| { Niederſchl. durch Kali | 0,68 | 0,69 | 0,68 |

In einem vierten Verſuche mochte wahrſcheinlich ein Theil der durch Kali fällbaren Subſtanz durch einen hohen Grad von Hitze verflüchtigt worden ſeyn, denn aus 22 Gran des Minerals erhielt ich

ich nur 13,5 Gr. Niederſchlag durch Kali, welches 0,38 Theile Schwefel und 0,62 Theile Niederſchlag voraus ſetzen würde.

Als ich den Niederſchlag durch Kali, den ich durch den dritten Verſuch erhalten hatte, in deſtillirtes Waſſer that und durch Zuſatz von Kali wieder auflöſen liefs, blieb eine dunkle flockige Subſtanz unaufgelöſt zurück, welche Salzſäure willig auflöſte; blauſaures Kali gab dann einen dunkelblauen Niederſchlag, doch in zu geringer Menge, als daſs er ſich weiter unterſuchen liefs.

Die davon abgeſchiedene Flüſſigkeit der Einwirkung der Voltaiſchen Säule zu wiederhohlten Mahlen ausgeſetzt, gab 5,8 Gran einer metalliſchen Subſtanz, die dem Zinke in Farbe ſehr nahe kam, und noch mehr in der Eigenſchaft, wenn ſie auf glühendes Eiſen geworfen wurde, mit blauer Flamme zu verbrennen und ein weiſses Oxyd auf dem Eiſen zurück zu laſſen. In verdünnter Schwefelſäure aufgelöſt, gab ſie mit blauſaurem Kali einen ganz weiſsen Niederſchlag. Nun aber ſetzen 5,8 Gran reguliniſchen Zinks nur 7,25 Gran Zinkoxyd voraus, und doch hatte ich im Kaliwaſſer die 9 Gran Niederſchlag aus dem dritten Verſuche aufgelöſt. Dies veranlaſste mich, die übrige Flüſſigkeit mit Salpeterſäure zu neutraliſiren, und nun fielen noch 1,3 Gran nieder, welche durch die Voltaiſche Säule nicht reducirt worden waren.

Aus allen dieſen Verſuchen ſchlieſse ich, daſs das analyſirte Metall beſtanden habe aus

0,33 Schwefel und
0,66 Zinkoxyd,
mit einer sehr geringen Beimischung von Eisen. *)

*) Mit so grosser Genauigkeit Herr Kidd auch verfahren ist, so wenig genügend scheint mir dieses Resultat zu seyn; und das zwar aus dem Grunde, weil Herr Kidd durch die bis dahin gangbare Meinung, Blende sey Schwefel mit Zinkoxyd verbunden, verführt wird, aus seinen Versuchen Folgerungen zu ziehen, die ganz anders würden ausgefallen seyn, hätte er Herrn Prousts Arbeit schon vor Augen gehabt. Er würde dann vor allen Dingen nachgeforscht haben, ob nicht noch andere Schwefel-Metalle oder Metalloxyde dem Schwefel-Zink beigemengt waren, wie das aus mehrern Umständen, die er angiebt, ziemlich deutlich hervor zu gehen scheint. Lehrreich bleibt indess immer der Weg, den Herr Kidd einschlug, und dieser bestimmte mich, die Analyse hier aufzunehmen. *Gilb.*

# VII.

## PREISFRAGEN

*der Kopenhagner Gesellschaft der Wissenschaften für das Jahr* 1807.

1. In der mathematischen Klasse: Findet in den Perturbationen der Bewegung eines Körpers durch äussere Kräfte, sofern dadurch eine Veränderung seiner Bahn bewirkt wird, irgend ein *Maximum* oder *Minimum* Statt, welches von der Natur der Bahn abhängt? Es wird angenommen, der Körper, dessen Bewegung gestört wird, werde von Kräften getrieben, deren Gesetz gegeben ist.

2. In der physikalischen Klasse: Welche chemische Eigenschaften zeigt die Erfahrung an der Substanz, die Herr Winterl aufgefunden zu haben glaubt, und *Andronia* nennt? Läst sich aus diesen Eigenschaften die Verschiedenheit der Andronia von der Kieselerde darthun, und zeigen, wie die Andronia sich zum Kohlenstoff und zum Stickstoff verhält? Die Gesellschaft wünscht, dass die Andronia durch vorsichtig angestellte Versuche sorgfältig untersucht werde. Diese Versuche müssen so genau und deutlich dargelegt werden, dass andere sie leicht und sicher wiederhohlen können. Die vorzüglichsten chemischen Produkte, die durch das Verfahren erhalten werden, sind als Proben, zum bessern Beweise der Wahrheit, der Abhandlung beizufügen. Wenn das, was man durch diese Untersuchung heraus bringt, mit der Lehre des Herrn Winterl nicht übereinstimmt, so wird zu zeigen seyn, durch welche Irrthümer Herr Winterl bei Untersuchung der Andronia von der Wahrheit sey abgeleitet worden.

Der Preis ist eine goldene Medaille, 100 Thlr. werth. Die Abhandlungen können lateinisch, französisch, englisch, schwedisch oder dänisch abgefasst werden, und sind vor Ende des Jahrs 1807 an den Sekretär der Gesellschaft, Herrn Justizrath und Professor Bugge zu Kopenhagen, postfrei einzusenden.

## VIII.

*(Aus einem Schreiben des Hrn. Dr.* Olbers *in Bremen an den Prof.* Bode *in Berlin.)*

— — Ich habe unsern Dr. Gauss in Braunschweig, der sich so grosse Verdienste um die Asteroiden, (neuesten Planeten,) erworben hat, gebeten, Pathenstelle bei meinem neuen Planeten zu vertreten, und Namen und Zeichen für ihn zu bestimmen. Der Name: *Vesta*, scheint mir von ihm sehr glücklich gewählt zu seyn. — —

## IX.

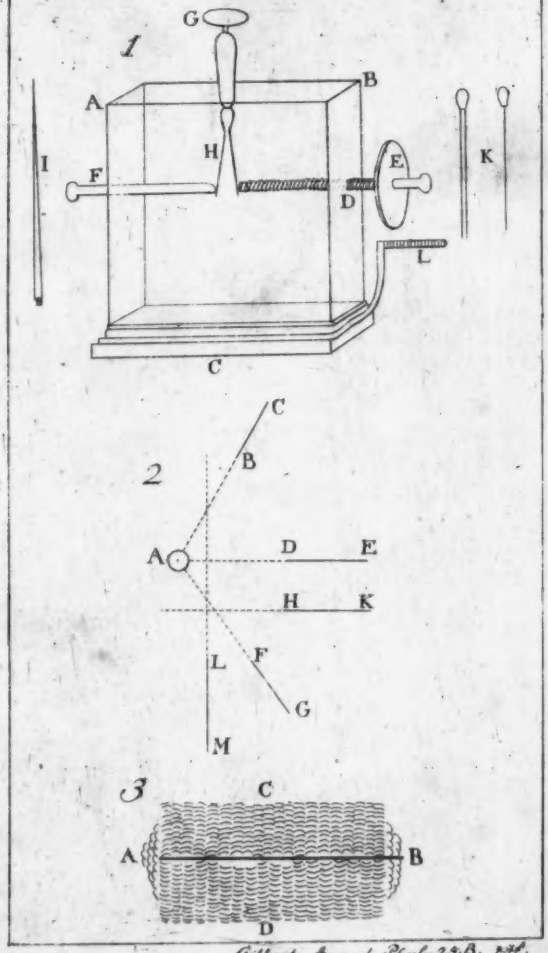
*Zusatz zu Aufsatz I.*

So eben erfreut mich der Herr Freiherr von Humboldt mit dem *Mémoire* der Herren Biot und Arago, welches erstern am 24sten März 1806 im National-Institute vorgelesen hat. Zahlen, Formeln, und Abbildungen der Instrumente, welche in dem hier mitgetheilten Auszuge fehlen, erhalten die Leser im folgenden Hefte. *Gilbert.*

Seite 359, Zeile 11 von unten, setze man: aus *gewöhnlicher Luft* in den *luftleeren Raum*, statt des umgekehrten, das dort steht.

*Eben das.* und S. 367: Die Ablenkung von 6′ 2″,6 gilt für das Prisma, wenn es völlig luftleer ist, gegen meine dort geäusserte Vermuthung.

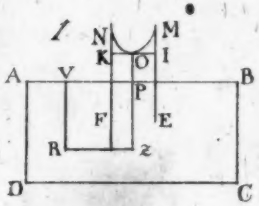
Taf. I.

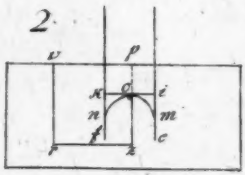


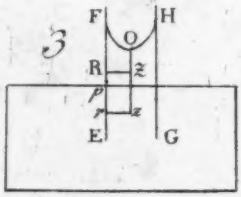

Gilberts Ann. d. Phys. 2 B. 176.

V25 1807 XUM

Taf. II



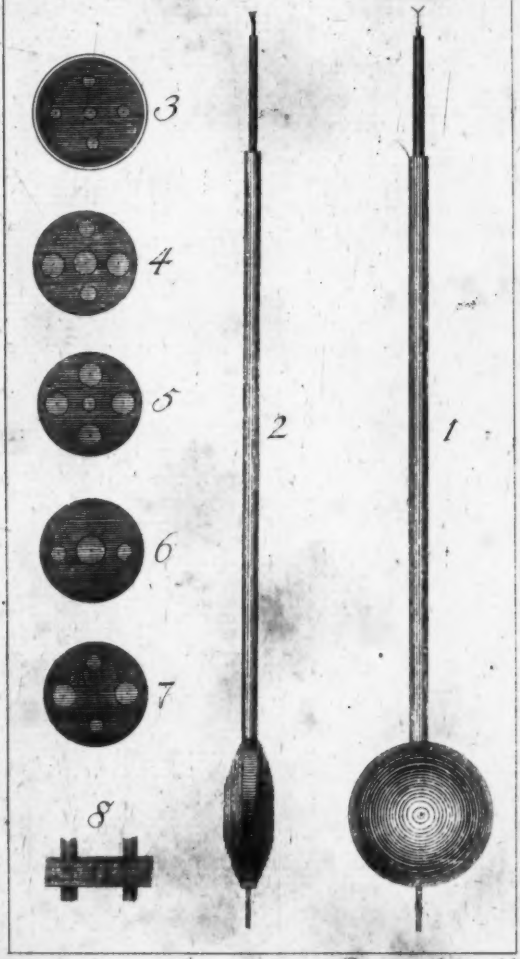




Gilberts Ann. d. Phys. 25 B. 3 St.

V25 1807 XUM

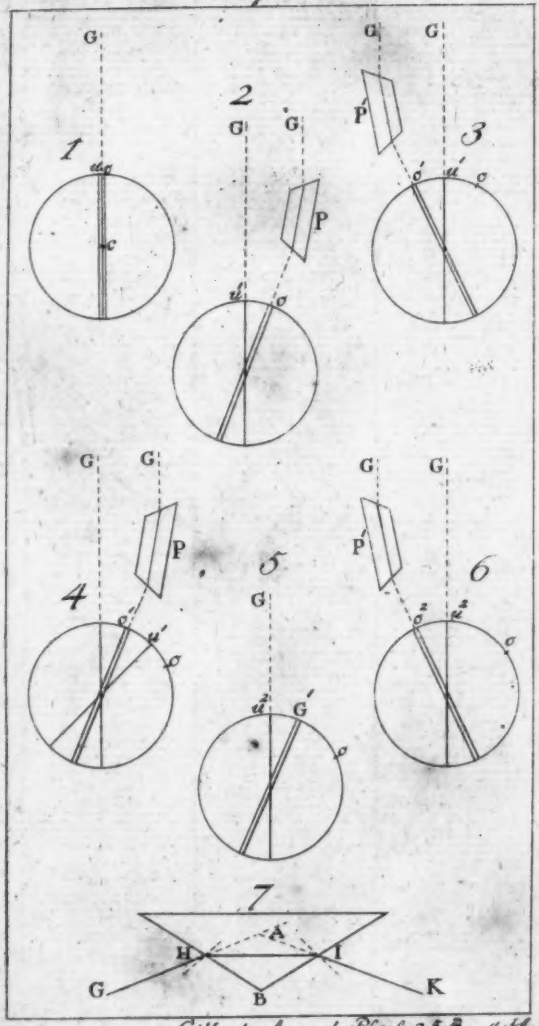
Taf. III.




Gilberts Ann. d. Phys. 28 B. 3 St.

V25 1807 XUM

# Taf. IV.




Gilberts Ann. d. Phys. 25B. 4St.

V25
1807
XUM